

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Designově konstrukční řešení zakrytování svislého soustruhu

Design of Vertical Lathe Cover

Student:

Bc. Robert Fárlík

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.

Ostrava 2010

Prohlášení studenta:

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.

- беру на вѣдомі, же Высoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- беру на вѣдомі, же оdevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Robert Fárlík

Adresa trvalého pobytu autora práce: Na příhoně č. 6, Prostějov, 796 01

Poděkování

Zvláště děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Oldřichu Učňovi, Ph.D., který mě svými odbornými radami v této bakalářské práci vedl a ochotně mi pomáhal při řešení jednotlivých problémů souvisejících s touto prací.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. FÁRLÍK, ROBERT *Designově konstrukční řešení zakrytování svislého soustruhu: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2010, 65 s. Vedoucí práce: Učeň, O.

Diplomová práce se zabývá konstrukčně designovým návrhem krytu pro soustruh SKIQ 16, vyráběný firmou TOSHULIN, a. s. Je zde popsána tematika soustružení. Rešerše vybraných typů obráběcích center, u kterých byly popsány klady a zápory. Po prostudování stavu řešení varianty svislého soustruhu SKIQ 16 bylo vytvořeno několik návrhů formou skic, které znázorňovaly vzhled a tvarový design stroje. Z návrhů byly vybrány dva pro plné zpracování. Podrobně se rozkreslila jejich celková konstrukce, doložena potřebnými výpočty a popisem jednotlivých dílů. Celkový finální vzhled a možnosti barevného provedení byly znázorněny ve vizualizacích.

ANOTATION OF MASTER THESIS

Bc. FÁRLÍK, ROBERT *Design of Vertical Lathe Cover: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2010, 65 p. Thesis head: Učeň, O.

The thesis deals with the design of a cover for SKIQ16 lathe produced by TOSHULIN a.s. The main topic of turning is described herein. Literature search of selected types of turning centres with a description of their positive and negative features. After a detailed examination of SKIQ 16 vertical lathe, several designs in the form of sketches were created which outlined the appearance and the shape design of the machine. Two of the designs were chosen for full elaboration. The construction was drawn in detail, and necessary calculations as well as the description of individual parts were prepared. The final appearance and colour possibilities are demonstrated by visualisations.

Obsah diplomové práce:

Seznam použitých symbolů a zkratk:	9
1. Úvod	11
2. Cíl práce	12
3. Seznámení s tematikou	13
3.1. Soustružení.....	13
3.2. Soustruhy	14
3.2.1. Hrotové soustruhy	14
3.2.2. Revolverové soustruhy	15
3.2.3. Čelní soustruhy	15
3.2.4. Poloautomatické a automatické soustruhy	16
3.2.5. Speciální soustruhy	16
3.2.6. Svislé soustruhy (Karusely)	16
4. Rešerše	18
4.1. Posudek obráběcích zařízení.....	19
4.2. Shrnutí posudků	24
5. Varianty řešení	25
5.1. Návrh 1	27
5.2. Návrh 2	28
5.3. Návrh 3	29
6. Varianta dle návrhu 1	31
6.1. Popis komponent varianty 1	31
6.1.1. Rám.....	31
6.1.2. Nepohyblivé kryty rámu	32
6.1.3. Roletová vrata	33
6.1.4. Okna krytu	34
6.2. Měření tlumení hluku roletových vrat	35
6.2.1. Postup měření	35
6.2.2. Výsledky měření	36
6.2.3. Měřidlo.....	36
6.3. Volba pohonu roletových vrat	37
6.3.1. Stanovení bočního motoru dle katalogu	37
6.3.2. Stanovení bočního motoru dle výpočtu kroutícího momentu.....	38

6.4.	Pevnostní analýza nosníku pohonu.....	40
6.5.	Možnosti barevného provedení varianty 1.....	43
6.6.	Finální vizualizace varianty 1	44
7.	Varianta dle návrhu 2.....	45
7.1.	Popis komponent varianty 2	45
7.1.1.	Rám.....	45
7.1.2.	Nepohyblivé kryty rámu	46
7.1.3.	Teleskopické kryty.....	47
7.1.4.	Posuvná vrata	47
7.1.5.	Okna krytu	49
7.2.	Výpočet posuvných vrat	51
7.2.1.	Tíhová síla.....	51
7.2.2.	Reakce ve vedení vrat	52
7.2.3.	Valivé tření spodní kladky	52
7.2.4.	Tření lineárního kuličkového bloků.....	52
7.2.5.	Celková třecí síla	52
7.2.6.	Volba pneumatického ovládání vrat	53
7.3.	Možnosti barevného provedení varianty 2.....	54
7.4.	Finální vizualizace varianty 2	55
8.	Bezpečnostní předpisy	56
8.1.	Mechanická nebezpečí.....	56
8.2.	Zkouška ochranných krytů nárazem	57
8.3.	Další nebezpečí	59
9.	Závěr	60
10.	Seznam použitých zdrojů:.....	61
11.	Přílohy.....	63
11.1.	Prvotní návrhy krytování	63
11.2.	Návrhy dveří a rozčlenění krytu	64
11.3.	Varianta dveří z pravé strany	65
11.4.	Tabulka volby pohonu vrat	65

Seznam použitých symbolů a zkratek:

b_v	délka vrat	[m]
d_b	průměr hřídele bubnu	[m]
f	koeficient tření	[1]
g	tíhové zrychlení	[m.s ⁻²]
l_v	délka vrat	[m]
m	hmotnost projektilu	[kg]
m_{cv}	celková hmotnost vrat	[kg]
m_{lam}	hmotnost jedné lamely	[kg]
m_m	hmotnost pohonu lamelových vrat	[kg]
m_{pv}	hmotnost posuvných vrat	[kg]
m_v	hmotnost vrat	[kg]
n	maximální rychlost otáčení vřetena	[s ⁻¹]
p	tlak přívodního vzduchu k válci	[MPa]
r_b	poloměr hřídele bubnu	[m]
v_c	obráběcí rychlost	[m.s ⁻¹]
v_m	měřená rychlost nárazu	[m.s ⁻¹]
A	tažnost	[%]
B	maximální průměr nástroje	[m]
D_k	průměr průřezu valivého tělesa	[m]
D_v	průměr pneumatického válce	[m]
F_d	síla na jednotlivé díry nosníku motoru lamel	[N]
F_m	síla od tíhy motoru lamel	[N]
F_{nH}	normálová síla horní	[N]
F_{nS}	horní tlaková síla mezi tělesy	[N]
F_{tc}	celková třecí síla	[N]
F_{tH}	síla od tření lineárního ložiskového bloku	[N]
F_{tS}	síla valivého tření	[N]
F_v	síla od hmotnosti vrat	[N]
G	tíhová síla	[N]
J_c	teoretická energie nárazu	[J]

J_m	měřená energie nárazu	[J]
M_{kb}	kroutící moment na bubnu vrat	[N.m]
R_H	reakce na horním vedení	[N]
R_k	poloměr průřezu valivého tělesa	[m]
R_m	pevnost v tahu	[Mpa]
R_S	reakce na spodním vedení	[N]
S_v	plocha vrat	[m ²]
ξ [ksí]	rameno valivého odporu	[1]

1. Úvod

Trendem dnešní doby je design. Setkáváme se s ním dnes a denně na řadě produktů nejen na hmotných věcech jako je elektronika, automobily, ale také na věcech, které si osahat nemůžeme, design webových stránek, grafika, hlavičkové papíry aj. Myslím si, že lidé mají vnuknutou myšlenku, když je dobře řešený design, je dané zboží kvalitní. Proto stále více firem mění, obnovuje a renovuje své stávající či postarší návrhy. Firmy, které svými změnami designu reagují nejrychleji, se většinou zabývají výrobou menších produktů. Postupem času se renovace designu dostává k firmám vyrábějící velké stojní komponenty, strojní zařízení. Zde je obměňování otázkou designu vyšších finančních investic. Jednou takovou firmou je i firma TOSHULIN, a.s. Firma vyrábějící svislé soustruhy a všechno co se jich týče. Firma, která již na řadě svých produktů kvalitní designové změny provedla, a právě tato hulínská firma mi prostřednictvím Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava zadala téma k diplomové práci. Vytvořit novou designovou tvář jednoho z jejich zařízení prostřednictvím změny krytování. Kvalitní design musí jít ruku v ruce s konstrukční proveditelností. To bývá nejčastější problém, krásné designové ztvárnění, ale obtížná vyrobiteľnosť alebo dokonca nemožnosť výroby. Z tohoto důvodu je třeba vzájemná spolupráce designéra s konstruktérem, popřípadě technologem. Já díky bakalářskému studiu průmyslového designu a navazujícímu studiu výrobních strojů si troufám říci, že základy obou oborů designu i konstrukce jsem si prošel a hodně věcí pochytil. Proto byl pro mě konstrukčně designový návrh krytování svislého soustruhu SKIQ 16 výzvou. V zadání práce je provést návrh dvou variant. Provedení krytů chci tedy zpracovat lehce odlišné od těch, které se v dnešní době na zařízení podobného typu provádějí.

2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je

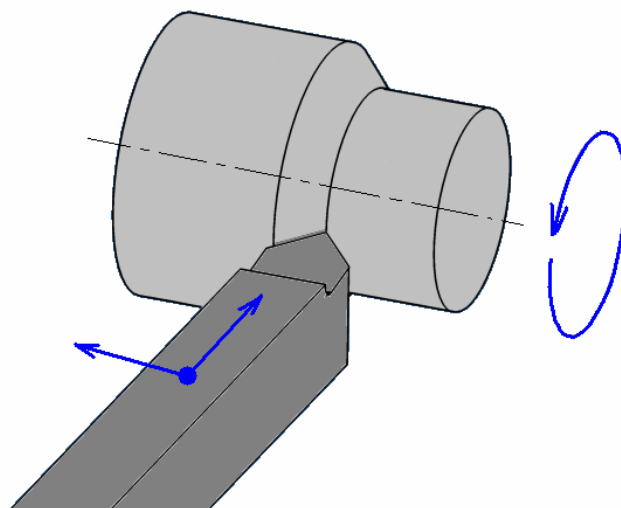
- stručné seznámení s tematikou,
- provést rešerši a posouzení v oblasti obráběcích center a svislých soustruhů,
- popsání stávající varianty,
- návrh vlastních řešení ve formě skic,
- podrobné rozpracování vybraných variant,
- ztvárnit možnosti barevného provedení a finální vizualizace,
- provést potřebné výpočty a zvolit vhodné konstrukční prvky,
- stručný výpis z bezpečnostních norem zabývajících se krytváním,
- zpracovat technickou dokumentaci v rozsahu výkresů sestavy a dílenského výkresu vybrané části.

3. Seznámení s tematikou

3.1. Soustružení

Soustružení je globálně považováno za nejrozšířenější a nejpoužívanější metodu strojního obrábění. Představuje 30 až 45 procentní podíl strojního vybavení většiny provozů a firem zaměřených převážně na strojní výrobu. Obrobek je převážně tyčový nebo trubkový materiál, ale mohou se bez problémů obrábět i odlévané či kované obrobky. Soustružením lze vykonávat velké množství jiných operací jako řezat závity, vrtat, vyhrubovat, vystružovat, soustružit vnější i vnitřní kuželové plochy, rovinné plochy také plochy obecných tvarů, jako jsou např. vačky. Při soustružení je možné používání šablon (kulis) pro zjednodušení a urychlení výroby. S doplněním o přídavné zařízení je možné brousit válcové plochy a frézovat. Díky velkému spektru velikosti konstrukce soustruhů, možnosti upínání obrobků, ovládání a dalších parametrů lze soustružením obrábět obrobky velmi malých rozměrů a hmotností, ale také obrobky o rozměrech v řádech metrů, těžké několik tun. Soustružené výrobky dosahují dobré kvality povrchu a velice přesných rozměrů.

Podstatou soustružení (obr. 3.1.) jsou tři základní pohyby. Hlavní řezný pohyb, rotace kolem vlastní osy, koná ji obrobek nebo soustružená součást. Pak jsou to dva pohyby vedlejší a ve většině případů je koná nástroj soustružnický nůž, vrták, závitník aj. Pohyb směrem do materiálu neboli také pohyb do řezu a pracovní pohyb, který může být kolmý na osu obráběné součásti nebo pohyb rovnoběžný na osu obrábění. V případě kolmého pohybu se nejčastěji obrábí



Obr. 3.1. Pohyby soustružení

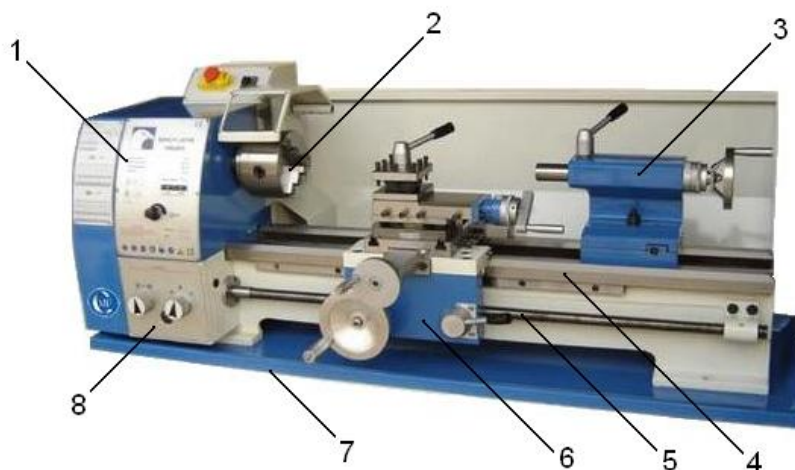
čela součástí a při pohybu rovnoběžném na osu je obráběna válcová plocha součásti. Tyto pohyby a jejich konání platí pro velké procento soustruhů, vyrábí se však i soustruhy, které tyto pohyby mají zaměněné nebo se na daném soustruhu vůbec neprovádí.

3.2. Soustruhy

Vyrábí se ve velkém počtu typů. Jsou ve strojní výrobě nejčastěji používaným obráběcím zařízením. Ze všech strojů pro strojní obrábění je lze nejvíce automatizovat. Soustruhy se dle upínání obrobků, směrů pohybu, přesností, výkonu, rozměru a možných operací, které lze na soustruhu vykonat dělí na:

3.2.1. Hrotové soustruhy

Hrotové soustruhy (obr. 3.2) jsou určeny pro výrobu malých sérií k soustružení přírub a hřídelů. Vyrábí se ve dvou provedeních, univerzální a jednoduchý (produkční). Konstrukce univerzálního se proti jednoduchému liší o vodící šroub, který slouží k soustružení závitů a je převážně pro jemné práce. Naopak jednoduché soustruhy jsou pro hrubovací práce, proto bývají opatřeny motorem s větším výkonem. Oba typy se dodávají s širokým vybavením a příslušenstvím.



1) Vřeteník
5) Vodící šroub

2) Sklíčidlo
6) Suport

3) Koník
7) Vedení lože

4) Lože suportu
8) Posunová skříň

Obr. 3.2. Hrotový soustruh [7]

Obráběná součást se upíná do sklíčidla uloženého ve vřeteníku. To mívá 3 nebo 4 čelisti. Ve 4 čelistovém sklíčidle je možné obrábět tyče se čtvercovým průřezem. Nůž je umístěn na suportu, který je poháněn v závislosti na vřeteníku. Suport je veden vnějším vedením lože. Koník slouží k zajištění souososti dlouhých součástí a zamezení jejich házení. Také lze do něj upnout přidavné sklíčidlo pro vrták, výhrubník či závitník. Koník je veden vnitřním vedením lože.

3.2.2. Revolverové soustruhy

Svou konstrukcí jsou velmi podobné soustruhům hrotovým. Jedinou odlišností je revolverová hlava (obr. 3.3.), ta může mít 5 a více držáků pro upnutí nástrojů. Nástroje jsou převážně pro obrábění povrchů a opracování děr. Výhodou je rychlé a přesné nastavení nástroje vůči obrobku. Přesnou polohu hlavy zajišťuje západka. Díky revolverové hlavě odpadá výměna nástrojů, a dosahuje se tak kratších výrobních časů u složitých součástí, které mají více výrobních operací. Zvýší se tak produktivita práce. Na revolverových soustruzích je možné vykonávat stejné operace jako u soustruhů hrotových, ale obrobky jsou spíše menších velikostí a upínají se pouze jednostranně do sklíčidla. Hlava může být umístěna na soustruhu ve dvou polohách.



Obr. 3.3. Revolverová hlava [8]

- Ve vodorovné poloze, kdy nástroje konají pohyb podélný a díky natáčení hlavy i rotační. V této poloze hlavy lze upnout i velké nože.

- Ve svislé poloze, kdy nástroje nemohou konat příčný pohyb, proto musí být stroj vybaven suporty, které tento pohyb zajistí. Tato varianta je oproti vodorovnému umístění technologicky výhodnější a univerzálnější.

3.2.3. Čelní soustruhy

Slouží k obrábění součástí velkých průměrů a menších výšek. Součástí jako jsou kola lanových kotoučů, kola kladkostrojů, setrvačníky aj. Obrobky se upínají pomocí přístavných čelistí, které jsou na lící desce vedeny radiálními drážkami. Lící deska (obr. 3.4.) je na soustruhu umístěna ve svislé poloze. U tohoto druhu soustruhů lze použít podobně jako u soustruhů hrotových k obrábění mezi hroty koníku. To je ale omezeno hmotností obrobků, která nesmí být moc velká. Díky mezeře mezi vřeteníkem a ložem soustruhu je možné obrábět i obrobky větších rozměrů.



Obr. 3.4. Čelní soustruh [9]

3.2.4. Poloautomatické a automatické soustruhy

Rozdíl mezi poloautomaty a automaty je pouze ve vkládání obrobků. U poloautomatů je obrobek vkládán ručně obsluhou obráběcího stroje. Ruční vkládání obrobků u automatu odpadá, zde je úkon obsluhy nahrazován například robotizovaným ramenem či nakladačem. V obou případech je řízení strojů elektrohydraulické.

- Poloautomatické soustruhy jsou převážně pro střední a velkou sériovou výrobu. Mezi hlavní druhy patří poloautomatický soustruh kopírovací, hrotový, soustruhy sklíčidlové a revolverové.

- Automatické soustruhy jsou pro velké série složitých výrobků. Tyto soustruhy mají větší počet vřeten a nejpoužívanější typy automatických soustruhů jsou revolverový a zapichovací.

3.2.5. Speciální soustruhy

Tyto soustruhy nejsou tak častým vybavením obráběcích provozů. Provádí se na nich speciální soustružnické práce, jako je výroba klikových a vačkových hřídelí, obrábění ingotů. Patří mezi ně také speciální soustruhy na řezání a opravu závitů.

3.2.6. Svislé soustruhy (Karusely)

Slouží spíše ke kusové nebo malosériové výrobě, avšak u některých typů je možná i sériová. Obráběné součásti jsou především rotační, velkých rozměrů, kdy průměr je poměrně větší než délka součástí. Právě u těchto součástí s velkou hmotností by bylo obtížné upínání vodorovné, jako je tomu například u soustruhů hrotových. Proto je osa soustružení svislá a obrobek je umístěn na upínací desce kolmo. Samotná upínací deska umístěná v loži soustruhu je konstrukčně nejvíce náročná část soustruhu. Upínací desky se vytváří dle jejich velikosti ve dvou provedeních: Celistvé a dělené. Svislými soustruhy se provádí klasické operace, jako je obrábění rovinných i tvarových ploch, vrtání, řezání závitu



Obr. 3.5. Diskový zásobník nástrojů [10]

ale i frézování a broušení. Svislý soustruh může pracovat jako soustruh či obráběcí centrum. V případě obráběcího centra je vybaven revolverovou hlavou pro více nástrojů nebo zásobníkem nástrojů, které se vyrábí jako diskové (obr. 3.5.) nebo řetězové. Toto

vybavení zvyšuje produktivitu práce na soustruzích. Soustruhy svislé se dělí dle toho kolik mají stojanů, na kterých se pohybuje příčník. Dělíme je na jednostojanové (obr. 3.6.) a dvoustojanové (obr. 3.7.). Právě krytováním jednostojanového svislého soustruhu se tato práce zabývá.



1) Lože 2) Upínací deska (stůl) 3) Stojan 4) Příčník 5) Suport příčníku

Obr. 3.6. Svislý soustruh dvoustojanový [11]



Obr. 3.7. Svislý soustruh jednostojanový [10]

4. Rešerše

Dnešní doba nám na tuzemském i zahraničním trhu nabízí velké množství druhů, typů a provedení, ať si zákazník zvolil jakýkoli produkt, který by chtěl koupit. Jinak tomu není ani u svislých (karuselových) soustruhů či obráběcích center. Také v tomto odvětví trhu jednotlivé firmy vytváří vlastní koncepty, které jako každý výrobek musí splňovat tři základní požadavky. Funkčnost, schopnost vykonávat požadované vlastnosti v daném prostředí. Efektivnost, tedy hospodárnost, jednoduchost ovládání a snadné seznámení se zařízením. Dosažení potřebného stupně výkonu zařízení. Design, vzhled, vizualizace, dosažení kladného dojmu u představitele poptávky. U strojů s obsluhou je v každém případě design úzce spjat s ergonomií, čistotou prostředí, rizikovostí pracoviště a dalšími prvky, které personál přímo i nepřímo ovlivňují. Ať už si vybíráme hodinky, automobil či nějaké technické vybavení výrobního bloku firmy, vždy nás jako první ovlivní vzhled, barevné řešení, tvarové a estetické zpracování produktu. Až při podrobném prozkoumání stroje nebo jeho otestování přichází na řadu praktická, konstrukční a funkční stránka. Zda stroj splňuje námi požadované parametry, využijeme všechny jeho funkce, zda je možné jej umístit do prostorů našeho závodu aj. Člověk je v jisté míře ovlivnitelný vzhledovou stránkou produktu a tzv. prvním dojmem. Je také známkou kvality a snahou o postup ve vývoji. Proto by se měl na design zařízení klást určitý důraz. Design musí kupujícího nadchnout, zaujmout, ale je samozřejmé, že musí být spjat i s cenou. Nesmí docházet k přemrštěným investicím do designu produktu. Narůstá pak jeho cena a prodej se stává obtížným. Je třeba najít vhodný kompromis. Ovšem stále platí pravidlo, že dobrý design prodává.

V následující podkapitole jsem vybral namátkově několik svislých soustruhů a obráběcích center. Jsou to stroje předních českých i zahraničních firem zabývajících se výrobou a následným prodejem obráběcích strojů. Na níže uvedených strojích jsem provedl posudek vnějšího designu a ergonomie. Ve stránce designové jsem řešil správnou volbu barev, jejich kombinace. Tvarové členění konstrukce a kombinaci materiálů. Také dojem celkové konstrukce. Z ergonomického hlediska jsem posuzoval vhodnou volbu ovládacích pultů, jejich umístění a barevné rozvržení. Také v neposlední řadě vhodnou volbu polohy prosklených pozorovacích ploch i jejich velikost. Jednotlivé vlastnosti jsem označil v případě správné volby a návrhu +, v opačném případě -.

4.1. Posudek obráběcích zařízení

- **OBRÁBĚCÍ
ZAŘÍZENÍ č. 1**

Výrobce:

- DS Technologie
Německo

Typ:

- TVM

Celkové hodnocení:

- Dobré



Obr. 4.1. Soustruh č. 1 [14]

Podrobný posudek:

- + Správná volba barevného provedení, šedá barva celého krytu soustruhu je neutrální. Nedochází tak kvůli barvě k odvádění pozornosti a rozptylování obsluhy, jako by tomu bylo při užití například pastelových barev.
- + Ovládací pult je správně svou barevností odlišen od ostatních částí.
- + Díky velkým proskleným plochám je dobrá přehlednost vnitřních prostor zařízení.
- + Celková jednoduchost provedení, pouze v prostorách pohybu obsluhy je boční strana krytu členitá, místo rovného provedení bez zbytečných ohybů a rohů. To je však s největší pravděpodobností způsobeno konstrukcí soustruhu, pro který byl vnější kryt vytvořen.
- Chybí označení pohybujících se částí, a tím pádem nebezpečných částí bezpečnostními barvami.
- Vstupy do pracovního prostoru by měly být také jinak barevně řešeny.
- Ovládací panel není možno polohově nastavit, stroj se tak stává nevhodným pracovištěm pro osoby malého nebo naopak velkého vzrůstu. Také není možno ovládat stroj z jiné pozice, kde by byly pro daný úkon vhodnější pozorovací podmínky.
- Barevné a grafické provedení popisků názvu či typu stroje mohlo být lépe řešeno.

- **OBRÁBĚCÍ
ZAŘÍZENÍ č. 2**

Výrobce:

- HAAS Automation
USA

Typ:

- VF 4

Celkové hodnocení:

- Velmi dobré



Obr. 4.2. Soustruh č. 2 [15]

Podrobný posudek:

- + Dobrá volba a kombinace barev. Opět užity barvy klidné a především nevyvádějící obsluhu z koncentrace.
- + Barevné odlišení dveří pracovního prostoru od zbylého celku stroje je vhodné.
- + Jednoduché konstrukční řešení krytu bez zbytečných přechodů a složitého členění krytu. Stroj se bude dobře umisťovat do provozu (malá zástavná plocha).
- + Řešení i umístění značení o výrobcí a typu stroje je dobré.
- + Plně polohově nastavitelný ovládací panel.
- + Velké prosklené plochy zajišťují dobrou přehlednost pracovního prostoru stroje.
- + Velký prostor pro přístup obsluhy či manipulaci s obrobkem.
- Přívod čistícího vzduchu je nešikovný, při přestavení polohy ovládacího panelu by mohl obsluhu omezovat.
- Tlačítka panelu jsou správně barevně rozlišeny dle jejich funkčnosti, avšak barva celého panelu splývá s krytem, což není vhodné. Panel by měl být odlišen. Panel visí volně v prostoru a může dojít k jeho přehlédnutí a následné havárii či zranění.

- **OBRÁBĚCÍ
ZAŘÍZENÍ č. 3**

Výrobce:

- Tajmac - ZPS

Česká republika

Typ:

- TURNMILL 1250

Celkové hodnocení:

- Dobré



Obr. 4.3. Soustruh č. 3 [16]

Podrobný posudek:

- + Správná volba barev a jejich kombinace.
- + Dobře ergonomicky řešený ovládací panel, který je od ostatních částí krytu barevně rozlišen. Nastavitelná poloha panelu ve všech směrech.
- + Barevné řešení tlačítek panelu i jejich rozmístění je voleno správně.
- Nevhodné řešení hlavního popisu názvu umístěného na suportu příčnicku, který by neměl být při použití delšího textu ve svislé poloze. Text je pak těžko čitelný.
- Řešení dveří do pracovního prostoru, které se otevírají směrem k obsluze, je nešikovné. Při jejich otevření mohou překážet obsluze.
- Prosklené plochy na dveřích do pracovního prostoru jsou velké, ale při délce celého stroje nedostačující. Navíc jsou tyto plochy opatřeny ještě ochrannou a zpevňující mříží, která také pohledu do prostoru stroje překáží.

- **OBRÁBĚCÍ
ZAŘÍZENÍ č. 4**

Výrobce:

- TOS Hulín

Česká republika

Typ:

- POWER TURN

Celkové hodnocení:

- Velmi dobré



Obr. 4.4. Soustruh č. 4 [17]

Podrobný posudek:

- + Řešení barev je vyhovující, neutrální šedá barva je vhodná jako klidová nerozptylující barva, v kombinaci s tmavě modrou je také použití vhodné. Není však dobré, když je horní část stroje tmavší než část spodní, a zvláště v případě, když jde o část, která se pohybuje.
- + Ovládací pult je správně řešen, jak jeho možnosti nastavení polohy, tak barevné provedení.
- + Jako kladné hodnotím i zvýraznění bezpečnostními barvami nosného sloupku pro ovládací pult, který je v barevném provedení jako kryt stroje. Bez něj tak může dojít k jeho přehlédnutí a následné havárii.
- + Texty jsou voleny vhodně i jejich umístění.
- + Praktický je velký prostor pro vložení obrobku a práci obsluhy.
- Pohybující se části soustruhu, které nejsou nijak krytovány, by měly být na koncích označeny bezpečnostními barvami.
- Dveře by se mohly otevírat na opačnou stranu pouze z praktického hlediska obsluhy, která stojí u panelu a chce otevřít dveře jen nepatrně pro minimální zásah do pracovního prostoru. Obsluha tak musí přecházet od pultu k otevírání dveří. Při častém opakování se pak tato nutnost přecházení stává otravnou.
- Zasahování pohyblivých částí mimo krytování stroje.

- **OBRÁBĚCÍ
ZAŘÍZENÍ č. 5**

Výrobce:

- TOS Hulín

Česká republika

Typ:

- SKA

Celkové hodnocení:

- Výborné



Obr. 4.5. Soustruh č. 5 [17]

Podrobný posudek:

- + Vynikající řešení barev. Šedá doplněná modrou, která zvýrazňuje hrany a přechody mezi plochami.
 - + Vhodně řešený panel ovládání. Volba barevnosti jeho tlačítek i jejich barevné řešení. Také jeho možnost nastavení.
 - + Velký prostor pro práci obsluhy a vkládání obrobku.
 - + Velká prosklená plocha zaručuje dobrou viditelnost do pracovního prostoru.
 - + Ladná jednoduchá konstrukce pravděpodobně vycházející z architektury.
- Jako jedinou nevýhodu беру opět špatné otevírání dveří jako u předchozího typu. To je však pravděpodobně voleno tímto způsobem proto, aby dveře nezasahovaly do volného prostoru nalevo od soustruhu.

4.2. Shrnutí posudků

Tuto část práce jsem zvolil pro přiblížení jednotlivých možností konstrukce a provedení obalu soustruhů či obráběcích center. Svůj posudek jsem dělal pouze na základě přiložených fotografií. Proto je možné, že mohou být mírné nesrovnalosti mezi skutečností a popisem. Na fotkách nelze některé funkční prvky přesně určit. Stanovil jsem je tedy dle svého vlastního úsudku z fotografií bez snahy jakoukoli firmu poškodit.

Ve shrnutí musím s jistotou říci, že firmy si důležitost designu u svých zařízení moc dobře uvědomují a snaží se jej stále více zdokonalovat a propracovávat do posledních detailů. Avšak u průmyslových strojních zařízení jako jsou výše hodnocené obráběcí centra a svislé soustruhy se design nemůže předvést v tak širokém spektru jako například u automobilů, elektroniky, ručního nářadí (vrtačky, pily, brusky), aj. Musí se zde brát ohled na výraznost, sytost i kontrast jednotlivých barev a jejich správnou volbu. Obsluha či kolemjdoucí personál firmy je právě barevnou kombinací a provedením velmi ovlivnitelný. Barvy mohou rozptýlit jejich pozornost a u těchto osob se rapidně zvětšuje reakční doba při ohrožení. Pak lehce dochází k haváriím a úrazům. Také škála tvarů použitá na těchto zařízeních není nijak pestrá, nebývají užity žádné ostré tvary, složité plochy či přechody, narůstá tím cena na celém zařízení. Kryt by také neměl moc zasahovat do prostoru kolem zařízení. Pohyblivé části musí být kompletně v prostorách, které jsou krytovány. Pokud to není konstrukčně možné nebo by se změnou konstrukce markantně navýšila cena, pak se k přesahu pohyblivých částí přes krytování přistupuje, musí být ovšem správně označeny a zviditelněny. Na výše uvedených fotkách strojů je v některých případech poznat podobnost v ztvárnění. To je však způsobeno ne moc velkými možnostmi.

Na zařízeních je poměrně dobře řešena i ergonomie, hlavně průzory (prosklené plochy) do prostor obrábění a manipulace s obrobkem. Průhledné plochy jsou ve většině případů velké a správně umístěné u ovládacího zařízení. Právě ovládací zařízení jsou další částí, kde se ergonomie uplatňuje nejvíce a též byly ve většině případů voleny správně. Ergonomie řeší u těchto zařízení i správné nasvícení obráběcího prostoru, možnost přístupu obsluhy k obrobku a vykonávání na něm například měření. Tyto poznatky však nelze z pouhých fotek zjistit. Proto jsem je ve svém posudku neuváděl. Celkově hodnotím design a ergonomii zvolených zařízení jako zdařilé jen s menšími výtkami (viz výše u jednotlivých strojů).

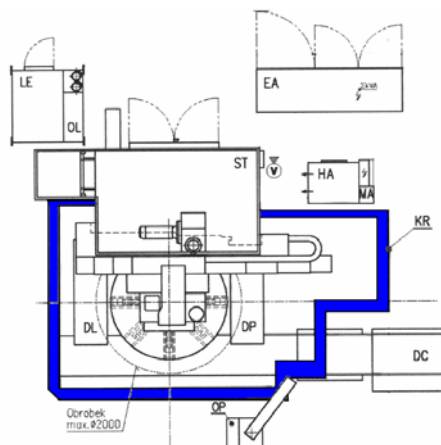
5. Varianty řešení

Firma TOSHULIN vyrábí svislý soustruh (dále jen karusel) typu SKIQ již od roku 1978. V průběhu uplynutých let však krytování nebylo nijak zásadně upravováno a žádné rapidní změny na designu zařízení nebyly prováděny. Barevné řešení, provedení konstrukce a v neposlední řadě ergonomie by zasloužily nový kabát. Jak můžeme vidět na (obr. 5.1.) karusel má dle mého názoru několik nevýhod v provedení krytování. Tyto nevýhody by z mého pohledu mohly být řešeny jinak, svůj názor chci právě v této kapitole představit. Čeho bych se vyvaroval či co bych udělal jinak.

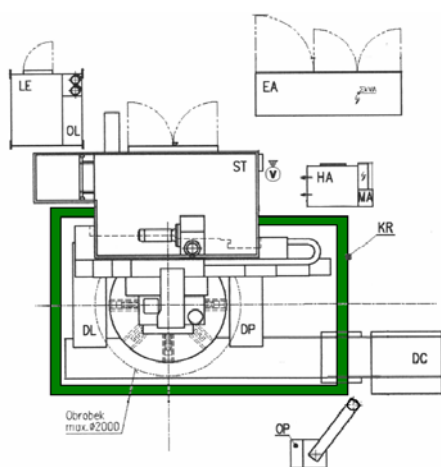


Obr. 5.1. Svislý soustruh SKIQ [17]

Jako první bych chtěl podotknout, že tvarové řešení bočnic je nepraktické, vzhledem k tomu v jakých prostorách karuselu pracuje. Právě přechody mezi jednotlivými plochami krytu, dělají bočnici zbytečně členitou a vytváří tak místa, kde se lehce usazují nečistoty. Na krytování se nachází i větší množství hran, které jsou z obrázku (obr. 5.1.) patrné. Ty mohou zvyšovat nebezpečí úrazu. Toto ztvárnění je právě tímto způsobem řešeno i z hlediska konstrukčního a právě žebrování bočnic slouží jako nosný prvek. Avšak i tak lze oba tyto aspekty odstranit, například užitím hladkého povrchu s minimálním členěním jak to hulinská firma ztvárnila na krytu soustruhu SKA (jeho fotka je uvedena v kapitole 2.1) a nosné vlastnosti stěn mohou zůstat zachovány. U svých návrhů chci také užít plochy stěn s minimálními přechody. To proto, abych odstranil nevýhody, které členitější povrch obnáší, a také z mého vlastního pohledu mi užití hladkých ploch na obráběcích zařízeních připadá designově velice elegantní, dá se pak jednoduše pracovat s plochami a jejich vzájemnými přechody. Vynikne tvar zařízení. Mezi další nevýhody krytování považuji absenci horního krytu. Ten do jisté míry snižuje šíření hluku z prostor obrábění. Je na něj možné připevnit osvětlení, a tím se zkvalitní zorné podmínky pro obsluhu v obráběcím prostoru zařízení. V ojedinělých případech chrání i před odletujícími třískami z obrábění. Chtěl bych tedy právě tento chybějící díl krytu začlenit do svého návrhu, a tím odstranit výše zmíněné nevýhody.



Obr. 5.2. Půdorys současný [17]



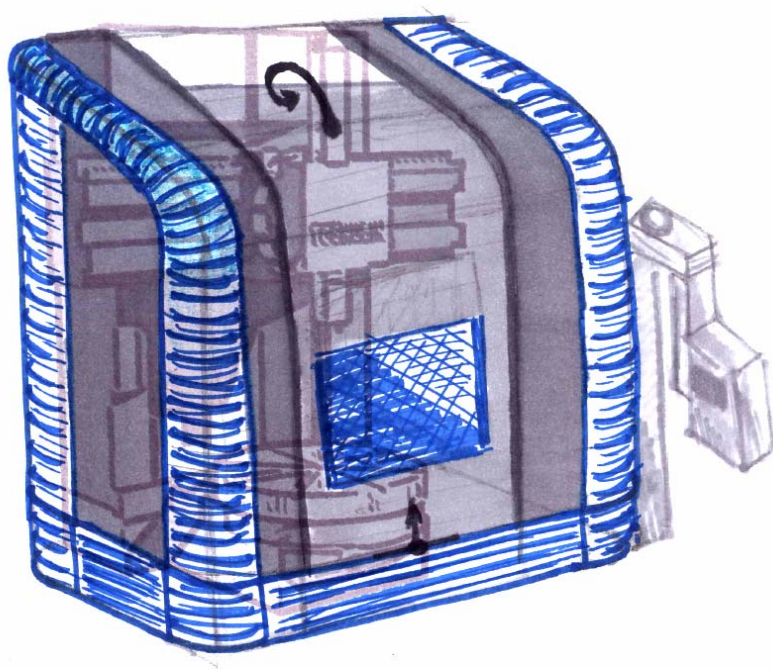
Obr. 5.3. Půdorys má předběžná varianta

Při pohledu na uvedené obrázky, kde jsou znázorněny dva půdorysy soustruhu SKIQ. Kde (obr. 5.2.) je stávající půdorys, který je v současné době používán a vyráběn. Moje předběžná myšlenka ztvárnění je uvedena níže na (obr. 5.3.). Nechci žádné zbytečné členění či vytváření přechodů, které designovou stránku krytu narušují. Raději rozšířit zástavnou plochou karuselu při zachování rovnoměrnosti jednotlivých ploch, než šetřit prostorem a mít na krytu zbytečné zkosení a výběžky. Jako je tomu v současnosti, kdy je souměrnost krytu narušena díky bočnímu krytu potřebnému pro přesah příčnicku do prostoru. Proto moje návrhy vycházejí z toho, aby byl soustruh zakrytován rovnoměrně. Právě bez prvků, které symetričnost narušují.

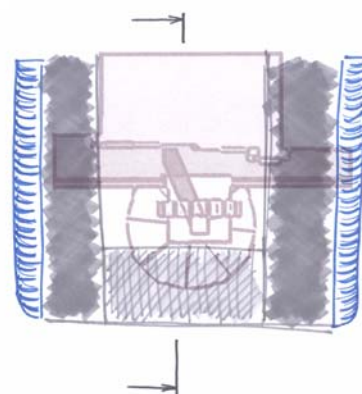
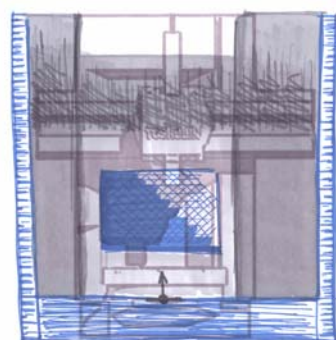
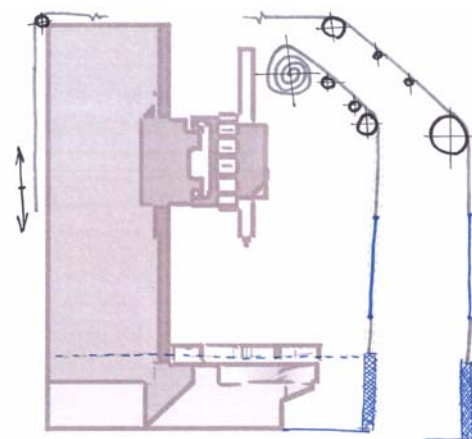
Po podrobném přezkoumání stávajícího provedení, zhodnocení výhod a nevýhod jsem si vytvořil hrubou představu o tom, jak by měly mé návrhy vypadat. Vypracoval jsem tedy tři varianty řešení, které jsem uvedl níže, včetně obrázku a pohledu. Také jsem k variantám přidal stručný popis jako doplněk k obrázkům s vysvětlením, co z nich není úplně patrné.

Pro lepší představu mého postupu při návrhu designově konstrukčního řešení krytování soustruhu jsem další mé návrhy umístil do příloh (přílohy 11.1 až 11.3). Tyto návrhy jsou prvotní myšlenky a jsou na nich vidět možnosti otevírání dveří do pracovního prostoru. Dále několik variant řešení návrhu celé konstrukce, které jsou bez horního krytování aj.

5.1. Návrh 1

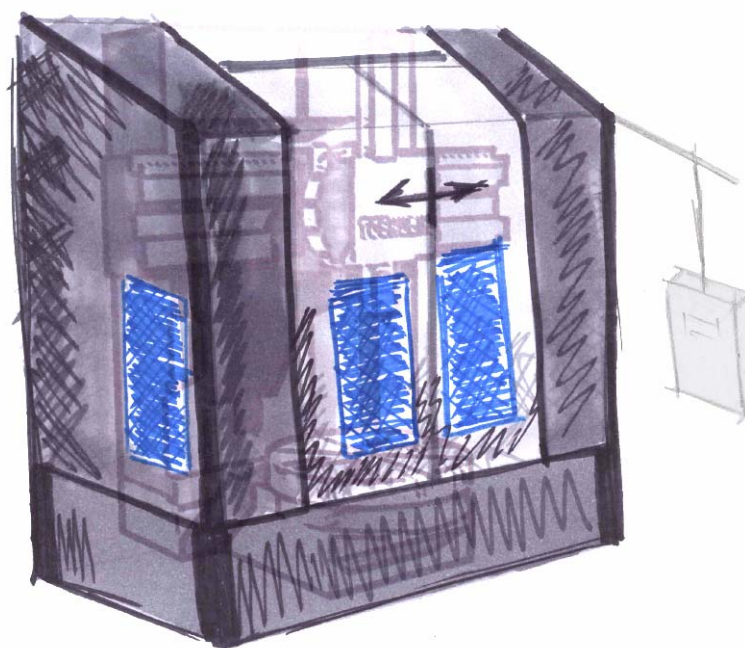


Obr. 5.4. Návrh 1

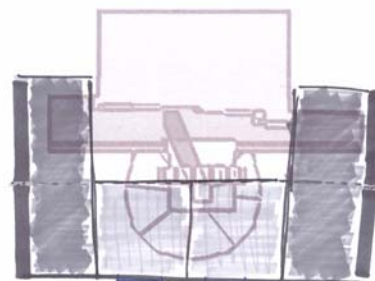
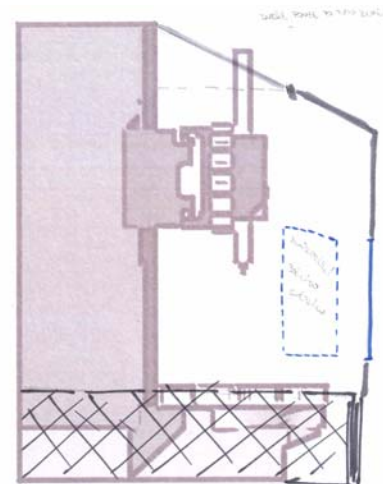


Hlavní myšlenka u tohoto návrhu byla taková, že jsem chtěl, aby vstupní otvor do obráběcího prostoru zařízení byl opatřen jednodílnými vraty. Ty by odjížděly při otevírání směrem nahoru a rozsah otevření by se nastavoval dle potřeby a v závislosti na vykonávaném úkonu. Vrata budou řešena buď jako roletové, kdy by byly rolovány na tyč umístěnou v blízkosti smykadla, nebo podobně jako garážová vrata a ta by zajížděla přes celý stroj až do zadní části, jak je vidět na obrázku řezu. Z hlediska pevnosti vrat, které musí odolávat v krajním případě i nárazům několika kilogramové třísky, by byla přijatelnější varianta druhá, tedy „garážových vrat“. Nevýhodou tohoto typu je, že by tyto přístupové vrata musela zasahovat až nad horní polohu smykadla. Vrata by byla opatřena jednou velkou průhlednou plochou, která by zaručila dobrý přístup světla i zorné podmínky. Z pohledu designu jsem tento kryt opatřil velkým radiusem každého rohu, který se táhne po celé délce hrany. Jeho barevné provedení by bylo řešeno odstínově jinak, stejně jako spodní část krytu. Stěny by nebyly nijak tvarově zatíženy. Pouze přechody mezi jednotlivými částmi krytu.

5.2. Návrh 2

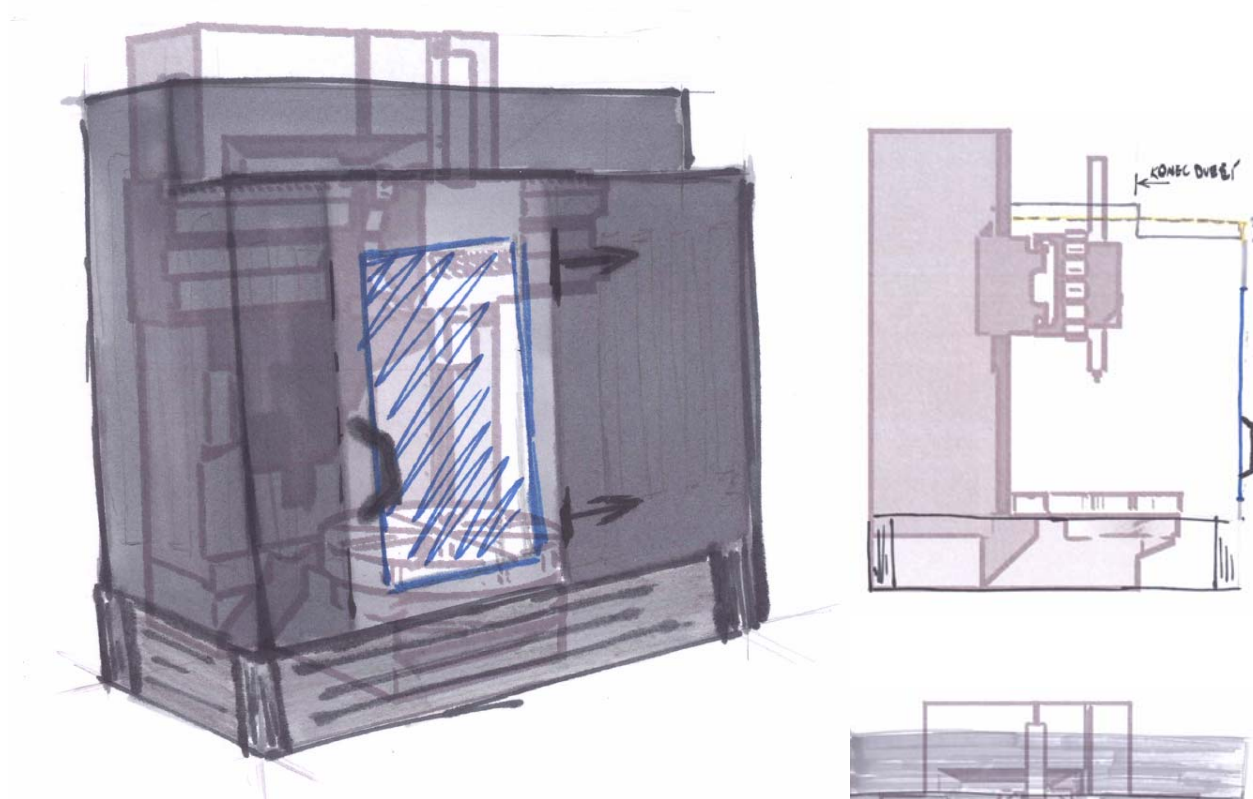


Obr. 5.5. Návrh 2



Tato varianta má velká vrata ze dvou bloků do pracovního prostoru, které se otevírají do stran. Vrata mají v horní části zešíkmení, které navazuje na kryt a vytváří tak horní část krytu. Otvor v krytování určený pro smykadlo by byl opatřen teleskopickým krytem, ten by uzavíral celý prostor pro obrábění i při pohybu smykadla. Při úplném otevření vrat by vstupní prostor měl šířku větší než je šířka upínací desky. Tak mohou být na upínací desku karuselu snadno umísťovány obrobky. Ty lze umístit také jeřábem shora díky přesahu vrat do horní části krytování. Vrata by byla také opatřena průhlednou plochou. Ta by byla sice menší než u předchozího návrhu, ale pro zaručení kvalitních pozorovacích podmínek obsluhy by se mohly použít světlíky i v bocích krytování, jak je vidět na (obr. 5.5.). Design tohoto návrhu by byl opět řešen převážně barevnými kombinacemi a volbou různých odstínů. Například vrata by byla ve světlejším odstínu než ostatní části krytu. Přechody mezi plochami by byly ostřejší než u návrhu 1 se zvýrazněním hran jinou barvou.

5.3. Návrh 3



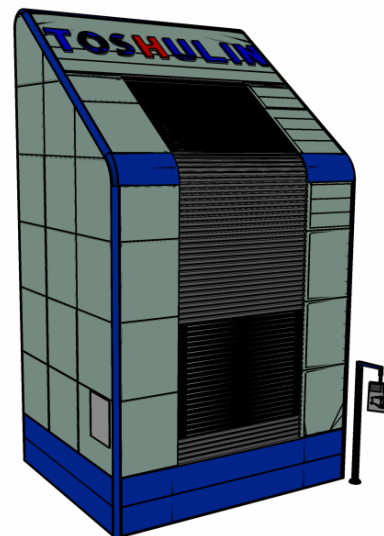
Obr. 5.6. Návrh 3

V posledním návrhu jsem se snažil o trochu jiné řešení než v předchozích dvou variantách. Zde nejsou vrata v horní části zešíkmeny a není tomu tak ani u horního krytu. Zde je horní krytování vodorovné. Také část vrat, která je součástí horního krytu, je vodorovná. Celá vrata zde odjíždí doprava a to buď za použití obsluhy, nebo automaticky. V tomto případě by byl otvor pro smykadlo také opatřen teleskopickým krytem pro kompletní uzavření prostoru. Horní část může být provedena buď odstupňovaně kolem smykadla, nebo v jedné rovině, jak je vidět na obrázku řezu krytování. Vrata krytování jsou opatřena velkou průhlednou plochou a je možné tyto plochy umístit i do bočnic či nahoru na horní díl vrat. V případě umístění na horní část je výhodou, že do obráběcího prostoru má dobrý výhled i obsluha jeřábu, která je potřebná při vkládání větších obrobků na upínací desku karuselu. Design je řešen obdobně jako při návrhu 2, kde jsou použity ostřejší přechody mezi plochami. Symetrické umístění krytování kolem karuselu. Zvýraznění rozdílnými odstíny barev, hlavně funkční prvky a hrany.

Z vyhotovených návrhů krytu karuselového soustruhu jsem po konzultaci s vedoucím diplomové práce vybral dva, kterými se dále budu podrobněji zabývat. Vybrali jsme návrhy č. 1 a č. 2. Podrobně zpracuji jejich konstrukční a designové řešení. U některých konstrukčních prvků provedu kontrolní výpočty. V případě normalizovaných či nakupovaných dílů doložím jejich volbu případnými výpočty nebo katalogy dle kterých se volba provádí. V neposlední řadě chci také uvést ergonomické parametry krytu. Funkci a vlastnosti jednotlivých prvků a na závěr vyberu některé z barevných provedení krytu a uvedu je v podobě vizualizací.

6. Varianta dle návrhu 1

Jako první variantu jsem zvolil kryt soustruhu, který bude vybaven roletovými vraty (obr. 6.1). Zařízení, jehož vstupní prostor by chránil právě tento typ vrat jakožto pohyblivý kryt, jsem neviděl, rozpracovat podrobněji tuto variantu mi přišlo zajímavé. Vycházel jsem ze skic, které jsem si vytvořil v předchozí kapitole. Ani vlastnosti, které měla konstrukce mít, jsem nezměnil, pouze původně navrhovaný tvar byl nepatrně přizpůsoben přesným rozměrům stroje.



Obr. 6.1. Varianta dle návrhu 1

6.1. Popis komponent varianty 1

Zde chci popsat a přiblížit parametry, vlastnosti a účel jednotlivých částí krytu. V případě jsou-li díly nakupovány od jejich výrobců a dodavatelů, přiblížím zde jejich volbu.

6.1.1. Rám

Jako nosný prvek celého krytu je rám (obr. 6.2.) pevně připojen k tělu stroje a opřen o podlahu. Tvoří jej ocelové komponenty vytvořené z plechů o tloušťce stěny 5 mm. Nevoloil jsem zde normalizované profily, nýbrž specifické tvary ze snahy dosáhnout originálního vzhledu. Prvky rámu jsou spojovány ostatně jako všechny komponenty krytu pomocí šroubových spojů. V případě rámu jsou užity šrouby (ŠROUB M8x25, ČSN EN ISO 4016). Zajištěny podložkou (PODLOŽKA 8,



Obr. 6.2. Rám varianty 1 (detail spojení)

ČSN EN ISO 7089) a maticí (MATICE M8, ČSN EN ISO 4033). Šroubové spoje svou rozebíratelností splňují podmínku „stavebnicového provedení krytování“, kdy lze celý rám i ostatní díly složit a opětovně rozložit. Díly jsou sešroubovány díky přeplátování, které může být k jednomu dílu přivařované a k druhému přišroubované nebo provedené jako v mém návrhu, že přeplátování je z obou stran šroubované, znázorněno opět na obr. 6.2. V případě první varianty jsou rámové prvky ohýbány v různých zaobleních pro celkový dojem ladného přechodu mezi plochami. K rámu jsou následně montované nepohyblivé (výplňové) kryty.

6.1.2. Nepohyblivé kryty rámu

Nepohyblivé (výplňové) části krytu (obr. 6.3.) slouží jako ochrana obsluhy před odletujícími částmi z obráběcího prostoru. Chrání před odletujícími částmi stejně jako od rozlomení nástroje, před třískami z procesu obrábění, chladicími kapalinami aj. Materiál krytu je ocel, také je možné použití hliníku, tloušťka užitého plechu je 3 mm. Mimo ochranu slouží kryt k zvětšení tuhosti rámu, k němuž i vzájemně mezi sebou jsou kryty spojeny stejně jak je tomu v případě spojení rámové konstrukce šroubovými spoji. V případě nepohyblivých krytů jsou užity šrouby (ŠROUB M5x216, ČSN EN ISO 4016), zajištěny podložkou (PODLOŽKA 5, ČSN EN ISO 7089) a maticí (MATICE M5, ČSN EN ISO 4033). Spojení k rámu jsou řešena přeplátováním, spojení mezi jednotlivými kryty pomocí ohybů (obr. 6.3.). Velikost krytů jsem nevolil velkou. To především kvůli rezonování, vibracím a tuhosti, ale také aby byla plocha krytování soustruhu složena se více prvků. Následně je možné díky jejich odlišně provedenému barevnému řešení a umístění vytvořit „mozaiku“.



Obr. 6.3. Nepohyblivý kryt varianty 1
(detaily spojení)

Volba správného tvaru krytování, materiálu jeho upevnění je podřízena řadě norem. Ty popisují různá nebezpečí, podmínky, jež musí kryt splňovat, a v neposlední řadě i zkoušky,

které se na krytu prování, aby bylo zjištěno zda vyhovuje nárokům pro dané zařízení. Přiblížení obsahu norem a bezpečnostních předpisů popisující návrh krytů viz kapitola 8.

6.1.3. Roletová vrata

Použit roletová vrata jako pohyblivý kryt pracovního prostoru stroje jsem zvolil pro jejich flexibilitu a rozsah použití. Velkou výhodou u tohoto provedení je mnoho dodavatelů a výrobců, kteří se roletovými či sekčními vraty zabývají. Konstruktor si tak může vybrat z velkého spektra provedení lamel, vedení, ovládání, také materiálů, zda bude lamela vyplněna nebo v provedení, kdy bude její jádro duté. Pokud by bylo třeba vytvořit nějaké speciální provedení, firmy rády přizpůsobí své produkty požadavkům zákazníka. Jako např. tloušťka stěny hliníkového plechu lamely, tvar a velikost okénka aj. V mém případě je lamela klasická, nijak neupravená, válcovaná, hliníková, vyplněna polyuretanovou pěnou. Typ lamely je BP 77. Jestliže by odletující částice dosahovaly větších rychlostí a velikosti, je možné lamely vytvořit z oceli. Lamely jsou spojeny pomocí speciálních zámků. Jejich vedení je v kovových či plastových lištách. Ty se šroubují do rámu. Mezi vedenými lamelami a vedením je dostatečná vůle, aby nedocházelo k vzpříčení lamely. Tato vůle ale způsobuje větší hlučnost při jejich spouštění či navíjení. Hlučnost je cca 40 dB, zmenšit se dá pomocí speciálních těsnění.



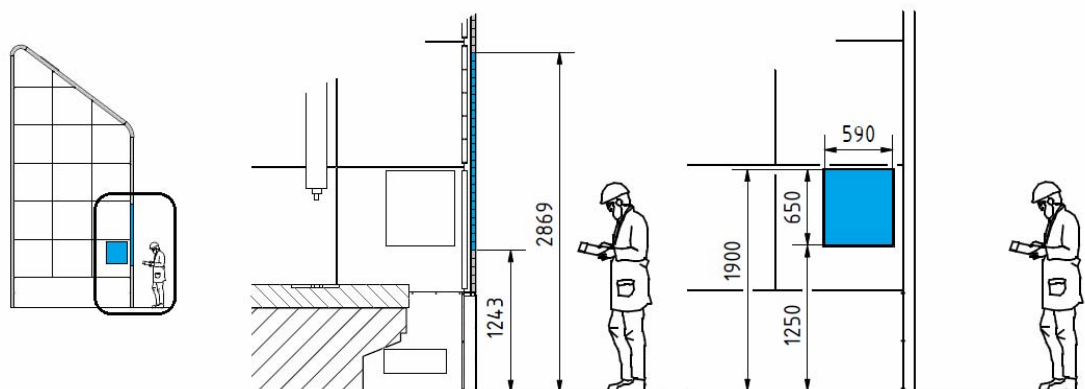
Obr. 6.4. Možnosti otevření roletových vrat

Jak je vidět na obr 6.4. vrata je možné otevřít v různém rozsahu. Otevření může být jen malé pro obsluhu a její přístup do obráběcího prostoru, seřizování nástroje, jeho výměnu nebo pro případné opravy stroje. Pokud se vrata otevrou do max. polohy, je možné pohodlné vkládání obrobku na upínací desku stroje pomocí jeřábů i jiných manipulačních zařízení. Šířka přístupového prostoru je 2200 mm, což vyhovuje pro zadaný max. průměr

obrobku, který je 2000 mm. Také max. zadaná výška obrobku 1500 mm není při vkládání na upínací desku krytem nijak omezena. Přiblížení typu lamely i s jejími vlastnostmi, výpočet hmotnosti i plochy vrat, volba potřebného pohonu pro navíjení vrat s potřebnými výpočty a vysvětlením – veškeré tyto údaje jsou uvedeny v kapitole 6.3. Také jsem pro tento typ vrat provedl měření útlumu hluku kapitola 6.2. Roletová vrata jsem konzultoval s majitelem firmy B&B Zámečnictví Bílý. Zabývají se montáží, návrhem i servisem lamelových i sekčních vrat vyráběných firmou Buildingplastics, které jsem ve svém návrhu použil.

6.1.4. Okna krytu

Okenní výplně krytů jsem volil dostatečně velké a jejich umístění ergonomicky vhodné vůči obsluze stroje. Okna roletových vrat jsou umístěna v dolní i horní části krytu. Dolní je pro pozorování obráběcího prostoru, horní pro lepší prosvětlení pracovního prostoru, kdy v místě obrábění musí být dle norem minimální intenzita osvětlení 500 lx. Lamely opatřené okny mají dle výrobce stejné parametry jako lamely plné. Okna mohou mít různé rozměry a tvary, to může být přizpůsobeno požadavkům zákazníka a hlavně velikosti a vlastnostem lamely. Okna v bočních stěnách krytu slouží k možnosti pozorování obráběcího prostoru z více stran a také pro zvýšení intenzity osvětlení. U bočních krytů s okny jsem myslel i na případné uložení stroje pod úroveň podlahy haly provozu (cca 1 m), což bývá často prováděno z důvodů zmenšení výšky. Pokud tomu tak bude, je možné kryt s oknem posunout o jeden panel nahoru díky shodnosti provedení panelů krytu. Kryt s oknem nemusí být vůbec použit, pokud je zbytečný, třeba v případě kdy bude boční strana krytů zastavěna, a obsluha tak nebude mít k oknu přístup. V případě čelních oken v lamelových vratech je jejich velikost dostačující i při zakopání stroje.



Obr. 6.5. Umístění oken

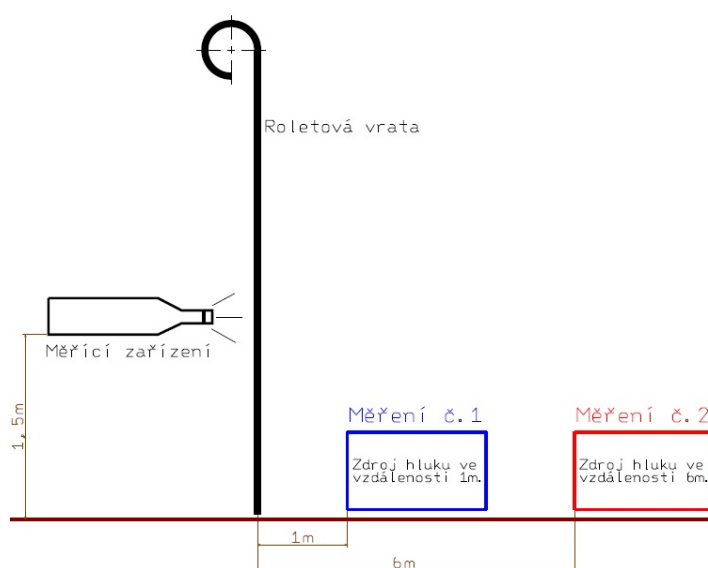
V obou případech, oken vrat i oken bočních je jejich materiál polykarbonát, pouze u bočních okenních výplní je polykarbonátová výplň doplněna tvrzeným sklem. To je umístěno směrem do obráběcího prostoru a chrání před poškozením měkkého polykarbonátu. Na obr. 6.5. jsou zakótovány polohy obou typů oken. Poloha okna tvořena lamelovými vraty musela být lehce přizpůsobena rozměrům lamel. Pro lepší představu je na obrázku umístěna silueta muže o výšce 180 cm.

6.2. Měření tlumení hluku roletových vrat

Při zvolení roletových vrat jako kryt vstupního otvoru do obráběcí části stroje mě zajímalo, zda budou mít zvolená vrata i jiné výhody. Zda budou obsluhu chránit i v jiné oblasti než je ochrana před odletujícími či rotujícími částmi. Začal jsem se zajímat, jak velký mají vrata hlukový útlum. Nejprve formou zkontaktování firem, které se zabývají servisem, montáží i výrobou vrat stejného typu. Tam jsem však neuspěl. Toto měření na vratech nikdo neprováděl. Zapůjčil jsem si tedy měřicí zařízení (obr. 6.7) a měření útlumu hluku změřil. Zařízení je vybaveno frekvenčním vážením filtrem A, přizpůsobeném vlastnostem a možnostem lidského ucha. Měření je pak vztaženo jako vliv na lidský organismus. V případě měření v nepříznivých povětrnostních podmínkách je hlukoměr vybaven krytkou (obr. 6.8).

6.2.1. Postup měření

Roletovými vraty je vybavena řada garáží. Právě zde jsem útlum měřil. Na jednu stranu vrat jsem připravil zdroj hluku (spalovací motor). Měřicí zařízení jsem umístil na druhou stranu vrat (obr. 6.6). Hluk jsem nejprve změřil při otevřených vratech a následně při vratech zavřených. Měření jsem provedl pro dvě vzdálenosti zdroje hluku.



Obr. 6.6. Schéma měření

Nejprve pro 1 metr a pak pro 6 metrů. Naměřené hodnoty jsem uvedl do tabulky 1.

6.2.2. Výsledky měření

Tabulka 1 – Výsledky měření hluku

	Měření č. 1 [dB]	Měření č. 2 [dB]
Otevřená vrata	79,8	60,4
Zavřená vrata	61,5	41,5
Útlum	18,3	18,9

- Ve výše uvedené tabulce jsou uvedeny výsledky měření hluku u roletových vrat.

6.2.3. Měřidlo

Hlukoměr (zvukoměr):

Obr. 6.7.

Výrobce: *Brüel & Kjær*

Evid. číslo: 23737



Obr. 6.7. Hlukoměr

Kryt čidla:

Obr. 6.8.

Výrobce: *Brüel & Kjær*

Evid. číslo: VA 0459



Obr. 6.8. Kryt čidla

Z tabulky 1 je zřejmé, že vrata mají velký hlukový útlum, mezi 18 a 19 dB. Nastává však otázka, zda by takový útlum měla i zbylá část plechového krytu. V případě kdyby tomu tak nebylo se nachází se různá řešení jak u plechových krytů útlum zvětšit. Může to být například formou nástřiku, kdy se na jednu stranu plechu nanese vrstva hmoty tlumící hluk např. tlumex plast. Užívá se i u karoserií automobilů. Další možností, jak zvětšit útlum hluku, jsou antihlukové a antirezonační vložky na plech, jež se připevňují mechanicky (šrouby, nýty) či chemicky (lepením).

6.3. Volba pohonu roletových vrat

K pohonu roletových vrat se používají dva typy provedení motorů. Prvním typem je tzv. „trubkový pohon“, ten je však využíván do maximální délky vrat 2,5 m, a tudíž je pro toto provedení nevhodný. Je třeba tedy použít tzv. „boční pohon“. Ten je právě používán pro větší délky vrat. Jeho výhodou je větší únosnost, větší odolnost proti častému používání, což znamená, že jeho používání pro spouštění a navíjení vrat může být oproti trubkovému pohonu častější. Také životnost je delší. Konstruuji se i v provedení, kdy jsou napájeny na 400 V. Trubkové pohony jsou řešeny jen na 230 V.

6.3.1. Stanovení bočního motoru dle katalogu

Parametry válcované lamely vrat Typ: BP77 (tabulka 2)

Tabulka 2 – Parametry lamely [18]



Šířka lamely	Krycí výška	Počet lamel na metr	Váha	Max. šířka	Max. plocha	Standardní délka
[mm]	[mm]	[ks]	[kg/m ²]	[mm]	[m ²]	[mm]
20	77	13	5	5000	20	7000

Parametry vrat: Délka: $l_v = 7100 \text{ mm}$
 Šířka: $b_v = 2305 \text{ mm}$
 Plocha: $S_v = l_v \cdot b_v = 7,1 \cdot 2,305 = 16,3655 \approx 16,37 \text{ m}^2$
 Hmotnost: $m_v = S_v \cdot m_{lam.} = 16,37 \cdot 5 = 81,85 \text{ kg}$

Jednotlivé údaje pro volbu vrat, volbu pohonu vrat, lamel aj. jsou z katalogů dodávaných výrobcem (Buildingplastics). Důležitým údajem, který výrobce popisuje místo výpočtu tření lamel ve vodících lištách, je připočtení k celkové hmotnosti 25% navíc.

Hmotnost celková:

$$m_{cv} = m_v + 25\%m_v = 81,85 + 25,46 = 107,31 \text{ kg} \quad (1)$$

Pokud již máme vypočtenou celkovou hmotnost vrat „pancíře“, odečte se typ motoru dle tabulky (příloha 11.4), v níž jsou uvedeny jednotlivé typy a volí se dle závislosti hřídele (jeho průměru a tloušťky stěny) na hmotnosti vrat. Pro mé parametry, tedy hřídel o průměru 102 mm o tloušťce stěny 3,6 mm a celkovou hmotnost vrat 107,31 kg volím motor SIK 15.12 (obr. 6.9.), je to jeden z menších bočních motorů. Motor je konstrukčně řešen pro větší hmotnost vrat, než je hmotnost skutečná vypočtená. Z hlediska bezpečnosti je větší únosnost vrat vhodnější. Parametry motoru viz tabulka 3.

Tabulka 3 – Parametry bočního pohonu SIK [18]

ELEKTROMATEN	SIK 15.12 (SG63F-SIK)
Výstupní krouticí moment [Nm]	150
Počet otáček na výstupu [min^{-1}]	12
Ø duté hřídele [mm]	30
Záchytný moment [Nm]	510
Pádová brzda (zkušební číslo)	TorFV 4/024
Přípustný počet otáček na výstupu O/Z	21/12
Výkon motoru [kW]	0,3
Provozní napětí – frekvence [V-Hz]	2x230/400 - 50
Jmenovitý proud motoru [A]	1,6/0,9
Účinnost motoru [%]	60
Max. spínání za hodinu	20
Přívodní vedení / jištění	5x1,5 ² /10A
Max. koncové otáčky duté hřídele	20
Maximální manuální síla [N]	150
Hmotnost [kg]	16

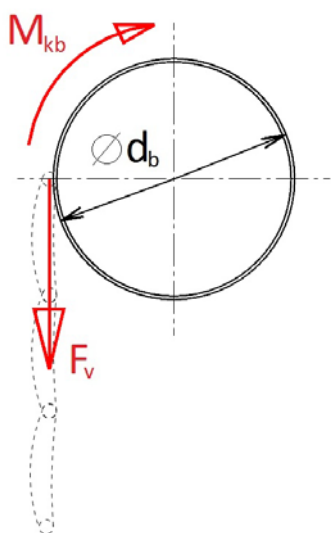


Obr. 6.9. Boční pohon SIK [18]

Pro tento motor platí, že druh ochrany je IP54, přípustný teplotní rozsah -5 až 40 °C, trvalá hladina akustického tlaku <70 dB.

6.3.2. Stanovení bočního motoru dle výpočtu kroutícího momentu

Z důvodů ověření správnosti předchozí volby motoru jsem se rozhodl vypočítat si krouticí moment bubnu M_{kb} pro navinutí vrat. Následně podle vypočteného momentu stanovit vhodný pohon, který bude mít nejbližší větší navíjecí moment. Rozhodl jsem se moment vypočítat pro rozvinutí celé délky vrat, protože zde bude zatěžující síla F_v , kterou je nutno navíjením překonat největší. V síle je obsaženo tření jednotlivých lamel celé délky vrat a jejich celková hmotnost. Schéma, dle kterého jsem vycházel, je na obr. 6.10.



Obr. 6.10. Schéma bubnu

Parametry:

Gravitační zrychlení

$$g = 9,81 \, \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Celková hmotnost (i tření)

$$m_{cv} = 107,31 \, \text{kg}$$

Síla hmotností a třením vrat

$$F_v = m_{cv} \cdot g = 107,31 \cdot 9,81 = 1052,71 \, \text{N} \quad (2)$$

Průměr a poloměr hřídele bubnu

$$\varnothing d_b = 102 \, \text{mm} \Rightarrow r_b = 51 \, \text{mm} = 0,051 \, \text{m}$$

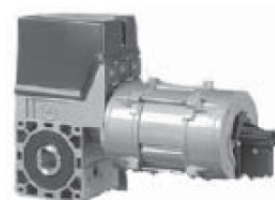
Krouťicí moment bubnu

$$M_{kb} = F_v \cdot r_b = 1052,71 \cdot 0,051 = 53,67 \, \text{N} \cdot \text{m} \quad (3)$$

Dle vypočteného krouťicího momentu bubnu, který je třeba pro zvedání celých vrat, jsem zvolil boční pohon typu SI 8.20 (obr. 6.11.). Ten je svým výstupním krouťicím momentem nejbližší tomu vypočtenému. Parametry pohonu jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4 – Parametry bočního pohonu SI [18]

ELEKTROMATEN	SIK 15.12 (SG63F-SIK)
Výstupní krouťicí moment [Nm]	80
Počet otáček na výstupu [min^{-1}]	20
\varnothing duté hřídele [mm]	30
Záchytný moment [Nm]	310
Pádová brzda (zkušební číslo)	TorFV 4/023
Přípustný počet otáček na výstupu O/Z	35/20
Výkon motoru [kW]	0,3
Provozní napětí – frekvence [V-Hz]	2x230/400 - 50
Jmenovitý proud motoru [A]	2,6/1,5
Účinnost motoru [%]	60
Max. spínání za hodinu	20
Přívodní vedení / jištění	5x1,5 ² /10A
Max. koncové otáčky duté hřídele	20
Maximální manuální síla [N]	210
Hmotnost [kg]	15,5

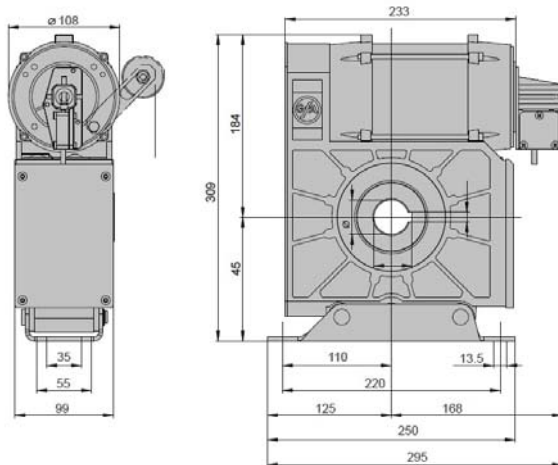


Obr. 6.11. Boční pohon SI [18]

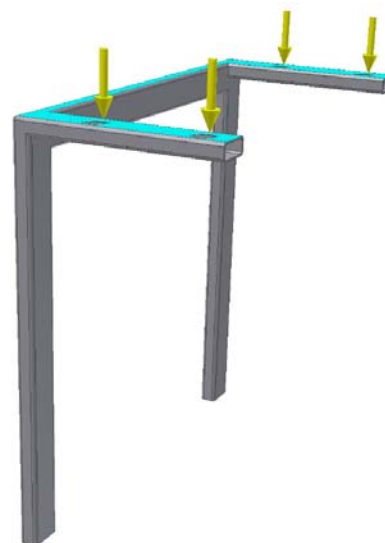
Z vytypovaných motorů volím pro použití pohon roletových vrat SIK 15.12. (obr. 6.9.). Díky jeho většímu krouticímu momentu bude větší momentová rezerva pro navíjení. Bezpečnost také ovlivní vyšší třída bezpečnostní brzdy, kterou je tento motor vybaven oproti řadě pohonu SI. Také pokud by z bezpečnostních důvodů musely být použity lamely ocelové. Slabší motor řady SI už by nemusel vyhovovat svým maximálním krouticím momentem.

6.4. Pevnostní analýza nosníku pohonu

Pro zjištění pevnosti a únosnosti nosného prvku pro pohon roletových vrat jsem využil pevnostní analýzu, která je součástí 3D modelovacího programu Inventor 2010. Zde jsem si součást nejprve nakreslil. Přiřadil ji materiál (ocel). Následně přidal pevnou vazbu na místo, kde je součást přichycena k rámu. Na profilech, kde je pohon vrat uložen a upevněn pomocí 4 šroubů, jsem zatížil nosníky silami, které odpovídají hmotnosti pohonu SIK 15.12 (16 kg), jehož rozměrové parametry jsou na obr. 6.12., schéma zatížení je znázorněno na obr. 6.13. Poté jsem spustil simulaci, po jejímž konci jsem si prohlédl výsledný protokol, kde jsem zjistil, že první obdélníkový profil nosníků o parametrech 40x20 mm a tloušťce stěny 2 mm byl předimenzovaný (bezpečnostní součinitele vycházeli vysoké >10). Stejného výsledku jsem dosáhl i při změně profilu nosníku na parametry 30x15 mm a tloušťku stěny 1 mm. Vhodný profil pro tuto situaci byl až ten s rozměry 20x15 mm a stejné tloušťce stěny jako zkoušený profil dvě. Výsledkům předchozích simulací jsem také přizpůsobil síť (obr. 6.14.). V místech, kde je napětí největší, jsem rozměr prvků sítě zmenšil. Počet uzlu v síti je 54255 a počet prvků sítě je 27701. Výsledky finální simulace jsou uvedeny níže.



Obr. 6.12. Rozměry pohonu SIK [18]



Obr. 6.13. Zatížení nosníku

Zatěžující síla od motoru F_m :

$$F_m = m_m \cdot g = 16 \cdot 9,81 = 156,96 \text{ N} \quad (4)$$

kde g – gravitační zrychlení $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

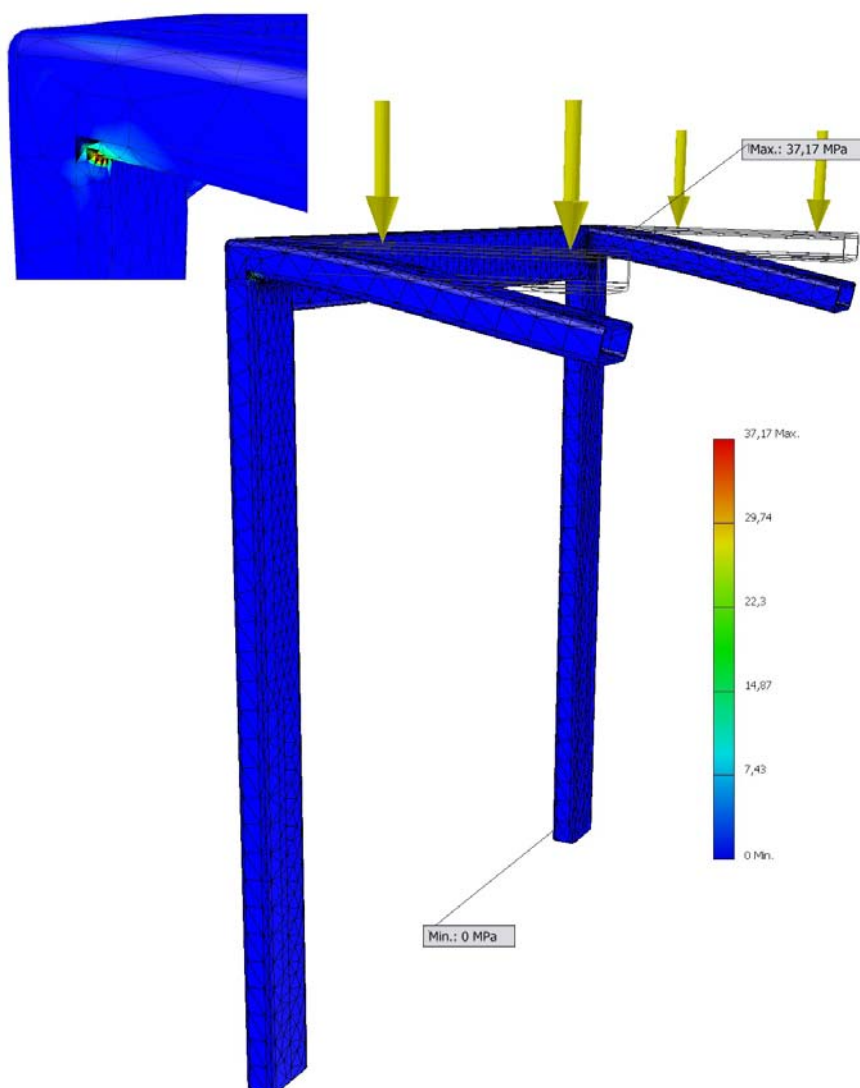
m_m – hmotnost motoru daná výrobcem $m_m = 16 \text{ kg}$

Zatěžující síla na jednotlivé díry F_d (na obrázcích značeny žlutými šipkami):

$$F_d = F_m / 4 = 156,96 / 4 = 39,24 \text{ N} \quad (5)$$

Výsledky pevnostní analýzy:

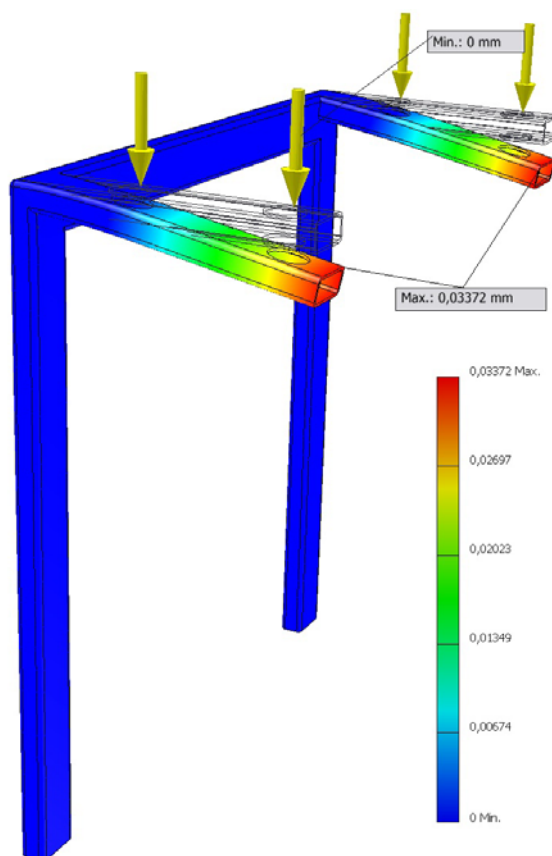
- Průběh napětí (obr. 6.14.)



Obr. 6.14. Průběh napětí

Maximální napětí 37,17 MPa je v místě kde jsou k sobě profily svařeny.

- Ohyb (obr. 6.15.)

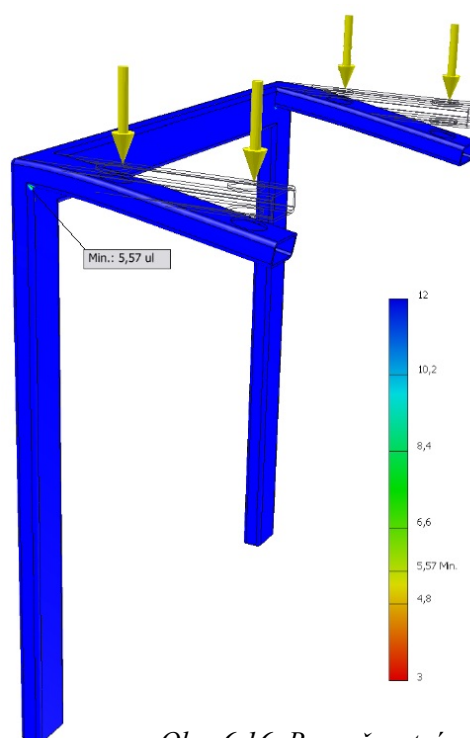


Obr. 6.15. Ohyb

K největšímu ohnutí nosníku dochází na jeho konci. V tomto místě je ohyb 0,03372 mm.

- Bezpečnostní součinitel (obr. 6.16.)

Minimální bezpečnost je v místě svarů profilů, tam kde je největší napětí od zatížení pohonem. Minimální bezpečnostní součinitel je 5,57. Tato hodnota vyhovuje kritériím, která se na bezpečnost strojních součástí klade.



Obr. 6.16. Bezpečnostní součinitel

6.5. Možnosti barevného provedení varianty 1



Obr. 6.17. Barevné provedení č. 1



Obr. 6.18. Barevné provedení č. 2

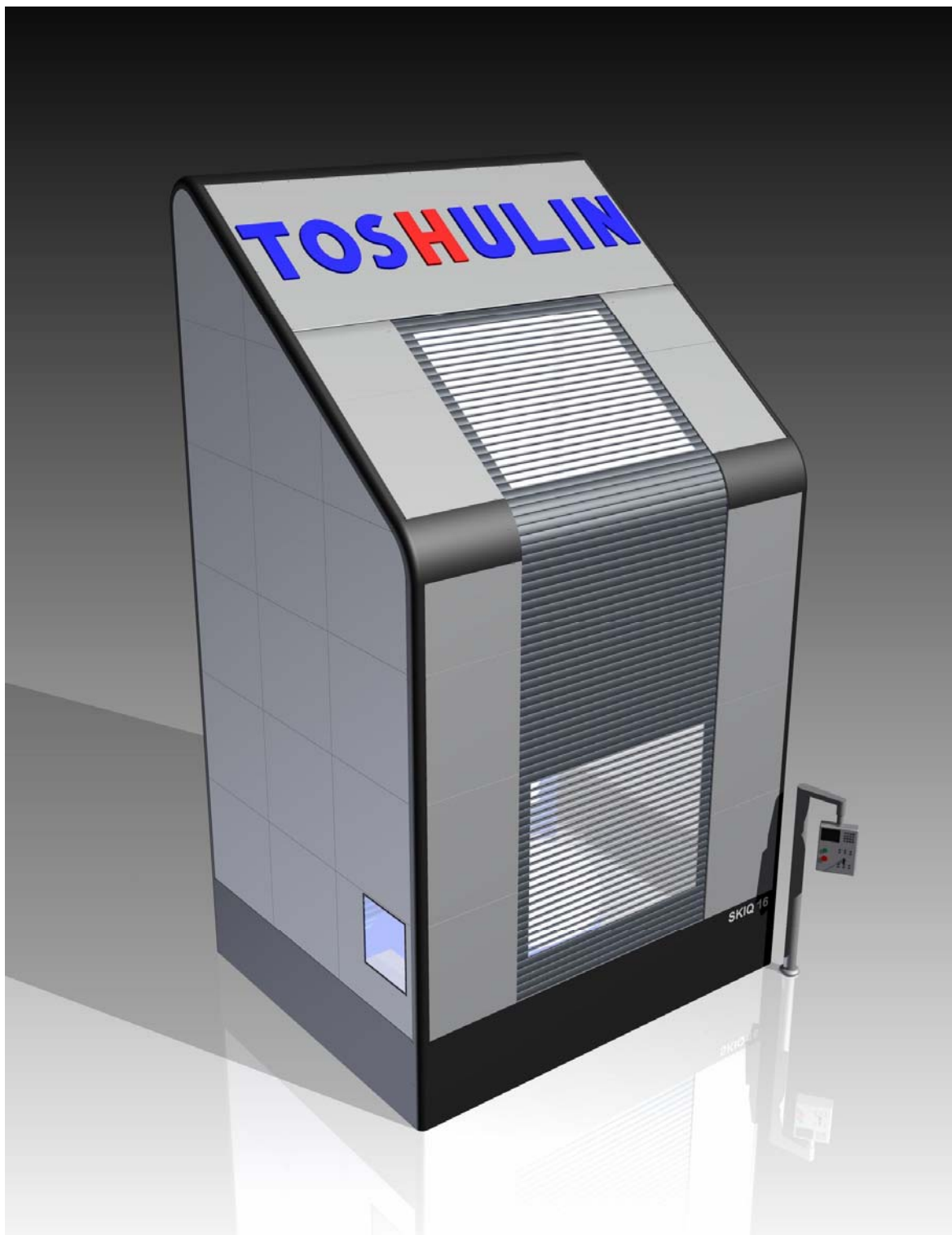


Obr. 6.19. Barevné provedení č. 3



Obr. 6.20. Barevné provedení č. 4

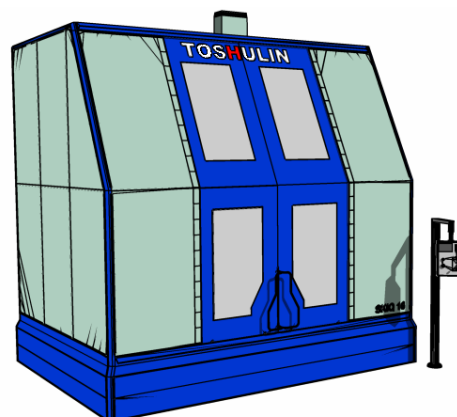
6.6. Finální vizualizace varianty 1



Obr. 6.21. Finální vizualizace varianty 1

7. Varianta dle návrhu 2

Variantu dvě jsem pro podrobné zpracování vybral především na základě odlišného přechodu mezi plochami. Ty jsou ve srovnání s předešlou variantou ostré, můžeme pak v závěrečných vizualizacích lépe porovnat, které provedení je vzhledově přijatelnější. Krytování je vybaveno pojezdovými dvoudílnými vraty (obr. 7.1). Opět jsem vycházel z předběžného návrhu a zvolených parametrů viz podkapitola 5.2.



Obr. 7.1. Varianta dle návrhu 2

7.1. Popis komponent varianty 2

Popis jednotlivých komponent, jejich vlastností a účel. V případě jsou-li díly nakupovány od jejich výrobců a dodavatelů. Přiblížím zde jejich volbu.

7.1.1. Rám

V předchozí variantě byl rám tvořen profily s rádiusovým průřezem, přechody byly jemné a plynulé. Zde je rám (obr. 7.2) řešen tak, aby vytvářel ostré přechody mezi plochami krytování. Díky profilu s dvojitým ostrým ohnutím (dvěma hranami). Profil jsem vytvořil takový, aby byl co nejvíce odlišný od předchozího a zároveň plnil stejnou funkci. Rám je nosná část krytování. Pomocí šroubů je přimontován



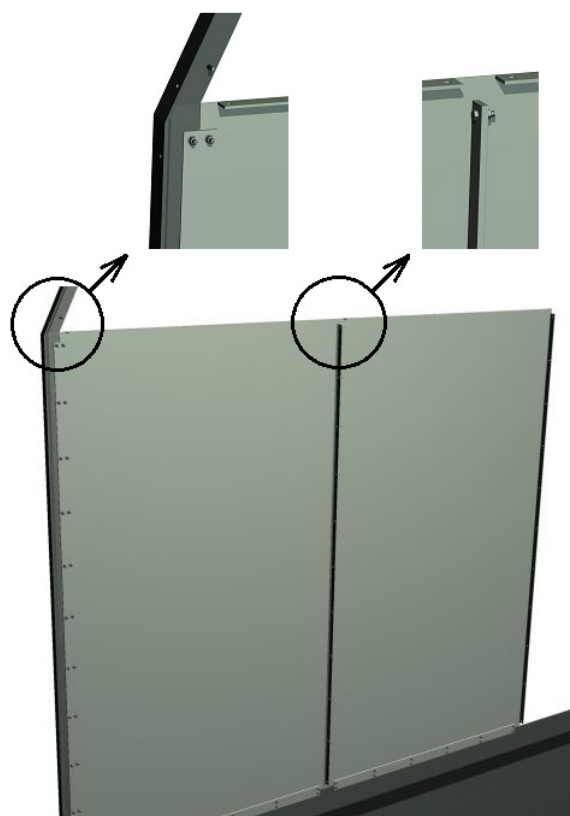
Obr. 7.2. Rám varianty 2 (detaily spojení)

k samotnému stroji. Spodní opěru rámu tvoří podlaha provozní haly. Je tvořen z plechů o tloušťce stěny 5 mm. Použitý materiál je ocel, mohlo by být vyrobeno i hliníkové

provedení krytování. Jednotlivé části rámu jsou spojovány pomocí šroubových spojů, použité šrouby jsou (ŠROUB M8x25, ČSN EN ISO 4016). Zajištěny podložkou (PODLOŽKA 8, ČSN EN ISO 7089) a maticí (MATICE M8, ČSN EN ISO 4033). Šroubový spoj jsem zvolil, aby rám splnil podmínku „stavebnicového provedení krytu“, kdy lze celý rám i ostatní díly krytů složit a opětovně rozložit. Mezi sebou jsou díly rámu sešroubovány spolu s přeplátováním, které může být k jednomu dílu přivařované a k druhému přišroubované nebo provedené jako v mém návrhu, že přeplátování je z obou stran šroubované, znázorněno opět na obr. 7.2. Do prostor mezi sloupky rámu jsou montované nepohyblivé (výplňové) kryty.

7.1.2. Nepohyblivé kryty rámu

V případě nepohyblivých krytů výplňových (obr. 7.3.) jsem při jejich návrhu postupoval téměř stejně jako u varianty 1. Materiál krytů je ocel, také je možné použití hliníku, tloušťka užitého plechu je 3 mm. Mimo ochranu slouží kryt k zvětšení tuhosti rámu, k němuž i vzájemně mezi sebou jsou kryty spojeny stejně, jak je tomu v případě spojení rámové konstrukce šroubovými spoji. V případě nepohyblivých krytů jsou užity šrouby (ŠROUB M5x216, ČSN EN ISO 4016), zajištěny jsou podložkou (PODLOŽKA 5, ČSN EN ISO 7089) a maticí (MATICE M5, ČSN EN ISO 4033). Kryty jsou k rámu přichyceny díky přeplátování a mezi sebou pomocí ohybů v kombinaci s již zmíněným šroubovým spojem. Oba typy jsou znázorněny na



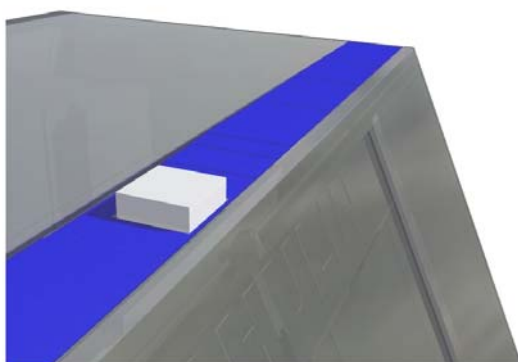
*Obr. 7.3. Nepohyblivý kryt varianty 2
(detaily spojení)*

obr. 7.3. Velikost krytů je v případě této varianty zvolena větší, ale je bez zásadních konstrukčních změn možné výplně změnit na menší. Záleží na výrobci a také na volbě barevného provedení. Větší velikost krytu jsem zvolil pouze pro možnost srovnání s typem krytu v předchozí variantě. Kryty brání před odletujícími částmi od procesu obrábění

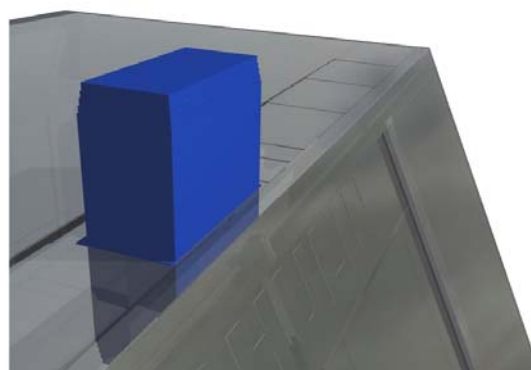
(třískami, chladicími kapalinami aj.). Zajišťují bezpečí obsluhy stroje. Volba správného tvaru krytu, materiálu jeho upevnění je podřízena řadě norem. Ty popisují různá nebezpečí, podmínky, jež musí kryt splňovat, a v neposlední řadě i zkoušky, které se na krytu provádí, aby bylo zjištěno, zda vyhovuje nárokům pro dané zařízení. Přiblížení obsahu norem a bezpečnostních předpisů popisující návrh krytů viz kapitola 8.

7.1.3. Teleskopické kryty

V místech, kde jsou pohybující se části stroje (příčnick, smykadlo), je třeba použít pohyblivé kryty. Rozhodl jsem se tedy použít teleskopické kryty. Jejich sériovou i zakázkovou výrobou se mimo jiných zabývá firma Hestego. S touto firmou jsem se rozhodl teleskopické kryty konzultovat. Jako podélný kryt jsem vybral typ znázorněný na obr. 7.4., který je třeba zakázkově vyrobit pro jeho požadovanou délku. Mechanismus skládání jednotlivých panelů teleskopu zůstává nezměněn. V případě svislého krytu smykadla je možné využít více možností, teleskopický kryt (obr. 7.5.) nebo krycí měchy, jež firma Hostego také vyrábí v nepřeberném množství provedení.



Obr. 7.4. Podélný teleskopický kryt

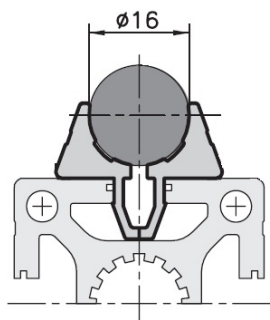


Obr. 7.5. Svislý teleskopický kryt

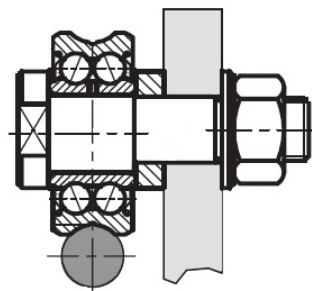
7.1.4. Posuvná vrata

Tento typ pohyblivého krytu zajišťuje ochranu obsluhy před odletujícími projektily z procesu obrábění a v případě, kdy je stroj nečinný, umožňuje obsluze vstoupit do pracovního prostoru. Vrata jsem navrhnul sám včetně okenních výplní, jejich konstrukce i pojezdu. Rám vrat je svařovaný z normalizovaných profilů obdelníkového průřezu o rozměrech 20x35 a tloušťce stěny 2 mm, materiál profilů je ocel. Plášť vrat je tvořen ocelovým plechem. Do tělesa vrat jsou vsazeny okenní tabule, konstrukční řešení vrat

umožňuje vsazení dvou za sebou umístěných tabulí. Dosáhneme tak větší odolnosti proti proniknutí projektilu z obráběcího prostoru a následnému ohrožení obsluhy stroje, zvýšíme bezpečnost. Vrata se pohybují díky dvěma vedením. Vedení nosné (spodní), které je složeno z vodící tyče o průměru 16 mm, po níž se pohybují obě poloviny vrat. Vodící tyč je uložena díky upínacímu profilu L16-01-00/4500 na profilu nosném L16 04-00/4500 (obr. 7.6.). Ten je připevněn k rámu krytování. Posuvný pohyb je zajištěn pomocí centrických kladek L16-25 uchycených na tělese vrat (obr. 7.7.). Každá ze dvou částí vrat je opatřena dvěma kladkami. Vedení vhodné pro vysoké zatěžení.

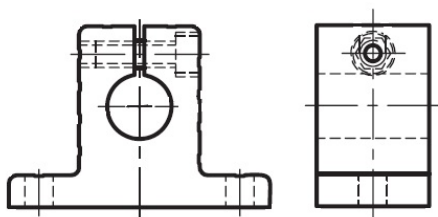


Obr. 7.6. Uchycení vodící tyče spodní [22]

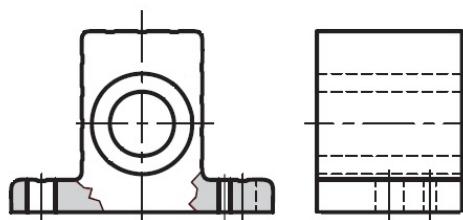


Obr. 7.7. Kladka [22]

Polohu posuvných vrat zajišťuje vedení vodící. Skládá se také z vodící tyče o průměru 16 mm L16-20-01/4500 a opět po ní jezdí obě poloviny vrat. Uchycená je k rámu krytování pomocí upínacích bloků přímých L16-60 (obr. 7.8.). Samotné vedení a posuvný pohyb horní části pak zajišťuje lineární ložiskový blok L16-68 (obr. 7.9.). Každá ze dvou částí vrat má dva lineární bloky. Vedení vrat jako celek jsem konzultoval s firmou Kanya, která obě tyto vedení vyrábí. Jsou to sériově vyráběná vedení.



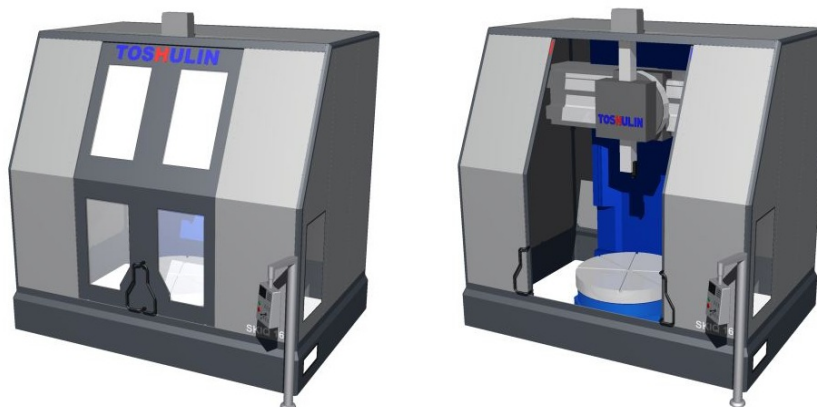
Obr. 7.8. Upínací blok [22]



Obr. 7.9. Lineární ložiskový blok [22]

Vrata je možné otevřít v různém rozsahu, který právě obsluze vyhovuje, jak je vidět na obr. 7.10. Návrh jsem řešil tak, aby mohly být jednotlivé poloviny otevírány nezávisle na sobě. Obsluha tak může otevřít jen jednu polovinu vrat, která je dostatečně široká a stačí

k průchodu obsluhy do pracovního prostoru stroje. Při maximálním otevření obou polovin vrat dosahuje šířka vstupního prostoru stroje 2100 mm, tento rozměr zajistí pohodlné vkládání obrobku, jehož maximální průměr je 2000 mm na upínací desku stroje. Vkládání díky tvaru dveří může být shora prostřednictvím jeřábu, ale také z čelní strany krytování za pomoci vysoko zdvižného vozíku či jiného manipulačního zařízení.



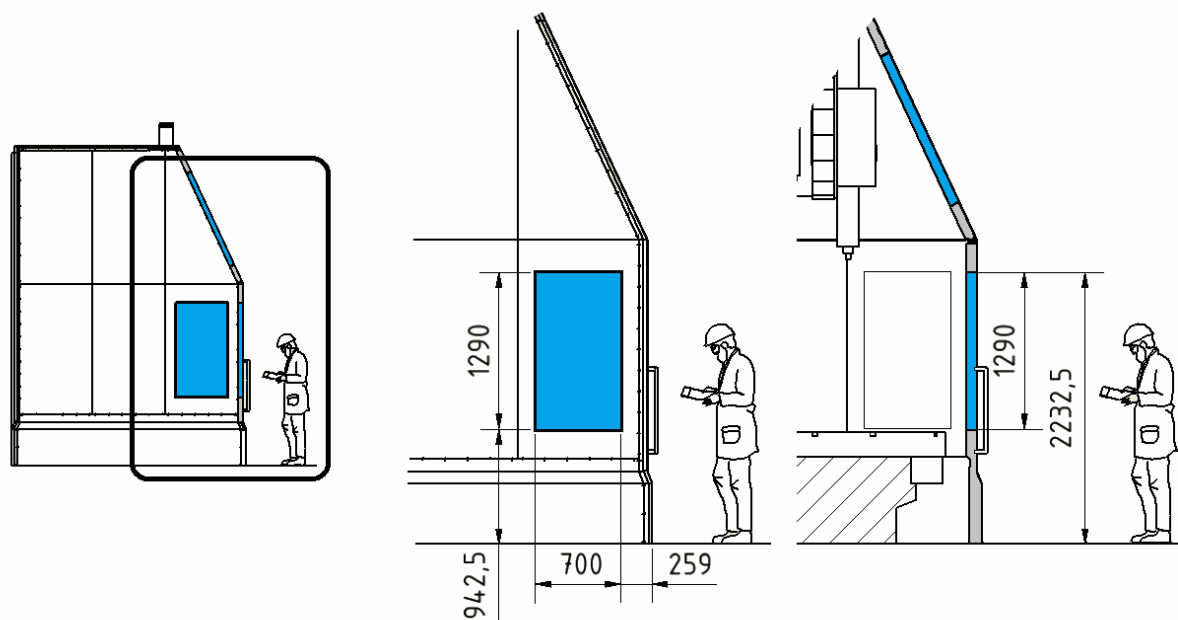
Obr. 7.10. Možnosti otevření posuvných vrat

Způsob otevírání vrat může být různý. Je možné vrata otevírat ručně. Odpor vrat, který je třeba silou překonat, činí 28,5 N tedy cca 2,85 kg. Obsluha by tedy neměla mít problém s vraty manipulovat. Další možností, jak pohybovat vraty, je prostřednictvím pneumatických válců. Díky rozvodům stlačeného vzduchu, který je ve většině strojních provozů samozřejmostí, nízké ceně, nízké hmotnosti a širokému výběru provedení jsem právě tuto variantu zvolil. Volba a výpočty k oběma možnostem pohybu vrat jsou uvedeny v podkapitole 7.2.

7.1.5. Okna krytu

U většiny strojů je třeba pozorování obráběcího prostoru. Okenní výplně z polykarbonátu a tvrzeného skla jsem volil ergonomicky vhodné pro obsluhu stroje a zároveň s dostatečně velkou plochou, aby zajistily nejen vhodné pozorovací, ale i světelné podmínky v obráběcím prostoru. Kryt je opatřen třemi typy oken. První je umístěn v bočním nepohyblivém krytu. Toto umístění jsem zvolil pro více možností pozorování a zkvalitnění zorných podmínek díky většímu množství světla, které se do obráběcího prostoru vlivem tohoto okna dostane. V případě kdyby byl stroj z bočních stran zastavěn například dalším strojním zařízením, je možné tuto okenní plochu nahradit plným

krytovým blokem. Další okenní plochy jsou umístěny v pojezdových vratech, a to hned ve dvou místech. První je umístěn v čelní části vrat. Slouží k pozorování a také k zvětšení intenzity světla. V zešílené čelní části vrat je umístěno druhé okno. To je zde jen z důvodů lepšího prosvětlení obráběcího prostoru stroje. V místě obrábění musí být dle norem minimální intenzita osvětlení 500 lx. Okna mohou mít různé rozměry a tvary, to může být přizpůsobeno požadavkům zákazníka a potřebě pozorovacích podmínek. Při návrhu krytů s okenními výplněmi jsem myslel i na případné uložení stroje pod úroveň podlahy haly provozu (cca 1 m), což bývá často prováděno z důvodů zmenšení výšky. Pokud by tomu tak bylo a stroj by se umístil níže, okna svou velikostí stále budou splňovat správné zorné, světelné a také ergonomické podmínky. V obou případech je materiálem okenních výplní z vnější strany krytu polykarbonát a z strany vnitřní tvrzené sklo.

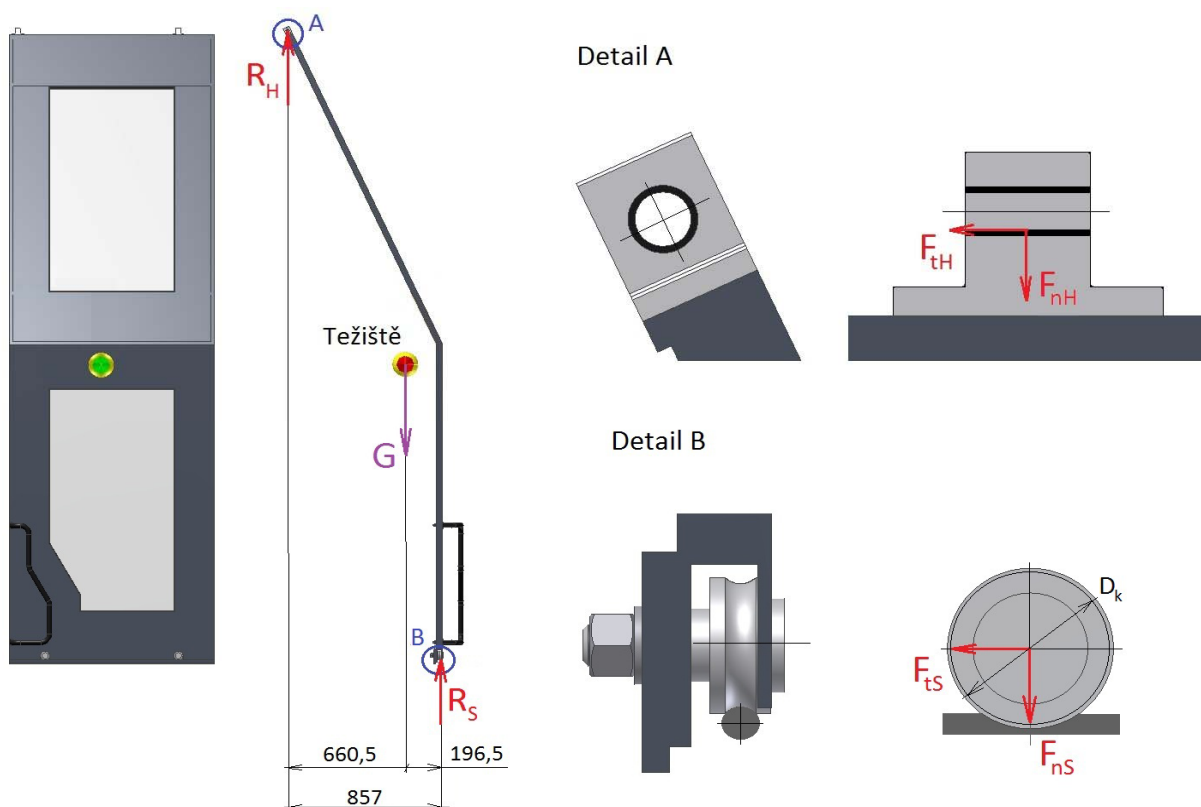


Obr. 7.11. Umístění oken

Na obr. 7.11. jsou zakótovány polohy obou typů oken. Pro lepší představu je na obrázku umístěna silueta muže o výšce 180 cm. U oken je možno použít různé tónování pomocí speciálních fólií vybavených ochranným filtrem například proti jiskření a silnému světelnému záření. Ochrání se tak zrak obsluhy stroje. Toto opatření v našem případě není potřebné, vyzařující intenzivní světelné záření u svislého soustruhu nenastává. Folie však mohou plnit také bezpečnostní funkci, kdy brání úplnému rozbití polykarbonátu či tvrzeného skla. Při použití bezpečnostních fólií dosáhneme podobného efektu jako u čelních oken automobilů. Okno se neroztříští, pouze praskne a vypadne z rámu.

7.2. Výpočet posuvných vrat

V této kapitole chci určit, zda je možné vrata krytu posouvat ručně, kdy obsluha pomocí madla ustaví vrata do potřebné polohy. Další možností jak otevírání a zavírání vrat ovládat je pomocí pneumatického pístu, výpočet a volbu zde chci také zahrnout.



Obr. 7.12. Schéma reakcí a sil působících ve vedení vrat

Obr. 7.12. znázorňuje jednu polovinu posuvných vrat. Pomocí programu Inventor 2010 bylo určeno těžiště. V těžišti působí tíhová síla G od celkové hmotnosti vrat. Tato síla G působí na jednotlivé části vedení formou reakcí. U kladky spodního vedení se reakce projeví formou valivého tření, v případě horního lineárního kuličkového bloku se projevuje třením.

7.2.1. Tíhová síla

$$G = m_{pv} \cdot g = 169,77 \cdot 9,81 = 1665,4 \text{ N} \quad (6)$$

kde m_{pv} – celková hmotnost posuvných vrat [kg]

g – gravitační zrychlení [$m \cdot s^{-2}$]

7.2.2. Reakce ve vedení vrat

$$\begin{aligned}
 \Sigma F_x &= 0 & \Sigma M_H &= 0 \\
 G - R_H + R_S &= 0 & R_S \cdot 857 - G \cdot 660,5 &= 0 \\
 R_H &= G - R_S & R_S \cdot 857 &= 1665,4 \cdot 660,5 & (8) \\
 R_H &= 1665,4 - 1283,5 & R_S \cdot 857 &= 1099996,7 \\
 R_H &= 381,9 \text{ N} & R_S &= 1283,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

kde R_H – reakce horního vedení [N]

R_S – reakce spodního vedení [N]

7.2.3. Valivé tření spodní kladky

$$F_{tS} = \xi \cdot \frac{F_{nS}}{R_k} = 0,005 \cdot \frac{1283,5}{0,0235} = 0,005 \cdot \frac{1283,5}{0,0235} = 0,0005 \cdot 54617 = 27,3 \text{ N} \quad (9)$$

kde F_{tS} – valivé tření [N]

F_{nS} – kolmá tlaková síla mezi tělesy $F_{nS} = R_S = 1283,5 \text{ N}$

D_k – průměr průřezu valivého tělesa $D_k = 47 \text{ mm} = 0,047 \text{ m}$ (hodnota dána výrobcem)

R_k – poloměr průřezu valivého tělesa $R_k = D_k / 2 = 47 / 2 \text{ mm} = 23,5 \text{ mm} = 0,0235 \text{ m}$

ξ [ksí] – rameno (součinitel) valivého odporu, pro kontakt ocel – ocel $\xi = 0,0005$

7.2.4. Tření lineárního kuličkového bloků

$$F_{tH} = f \cdot F_{nH} = 0,003 \cdot 381,9 = 1,2 \text{ N} \quad (10)$$

kde F_{tH} – tření lineárního kuličkového bloku [N]

F_{nH} – normálová síla $F_{nH} = R_H = 381,9 \text{ N}$

f – koeficient tření pro valivé kuličkové ložisko $f = 0,003$

7.2.5. Celková třecí síla

$$F_{tC} = F_{tH} + F_{tS} = 1,2 + 27,3 = 28,5 \text{ N} \quad (11)$$

Výsledná třecí síla, kterou je třeba překonat pro otevření dveří je, 28,5 N. Manuální otevírání vrat tak nebude pro obsluhu stroje obtížné.

7.2.6. Volba pneumatického ovládání vrat

Pneumatický válec, který by místo obsluhy otevíral a zavíral pojezdová vrata krytu, určíme dle velikosti potřebného zdvihu a průměru válce D_v . Průměr válce se stanoví z výpočtu (12). Válcem je třeba překonat celkovou třecí sílu F_{tC} .

$$\begin{aligned}
 F_{tC} &= p \cdot S_v \\
 F_{tC} &= p \cdot \frac{\pi \cdot D_v^2}{4} \Rightarrow D_v = \frac{F_{tC} \cdot 4}{p \cdot \pi} \\
 D_v &= \sqrt{\frac{28,5 \cdot 4}{600000 \cdot \pi}} \\
 D_v &= \sqrt{0,00006} \\
 D_v &= 0,0077 \text{ m} = 7,7 \text{ mm}
 \end{aligned} \tag{12}$$

kde F_{tC} – celková třecí síla [N]

p – tlak přívodního vzduchu k válci $p = 0,6 \text{ Mpa}$

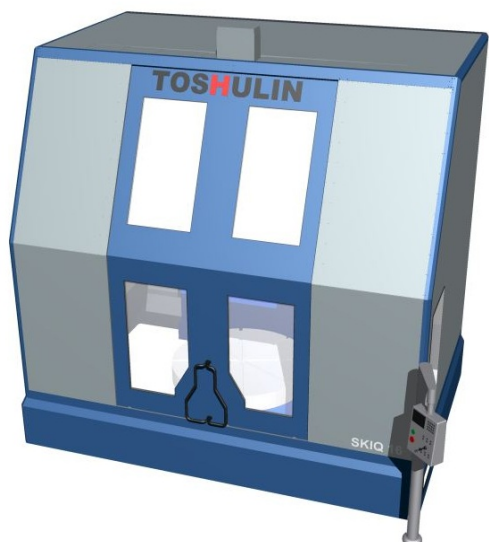
D_v – průměr pneumatického válce [m]

Nejbližším pneumatickým pohonem, který splňuje vypočtené dané parametry, je pneumatický bezpístnicový pohon dodávaný firmou Tech Con. Typ pohonu 50M2P16A1500 (obr 7.13.), průměr válce je 16 mm, maximální tlačná síla je 218 N a jeho délka je 1500 mm. Bepístnicové pneumatické pohony jsou oproti klasickým s pístnicí vhodnější díky: nižší hmotnosti, vlastnímu vedení, jsou vybaveny vlastní regulací rychlosti posuvu, dorazy krajních poloh, není je třeba kytovat (jsou utěsněny proti vniknutí nečistot).



Obr. 7.13. Bepístnicový pneumatický pohon [19]

7.3. Možnosti barevného provedení varianty 2



Obr. 7.14. Barevné provedení č. 1



Obr. 7.15. Barevné provedení č. 2

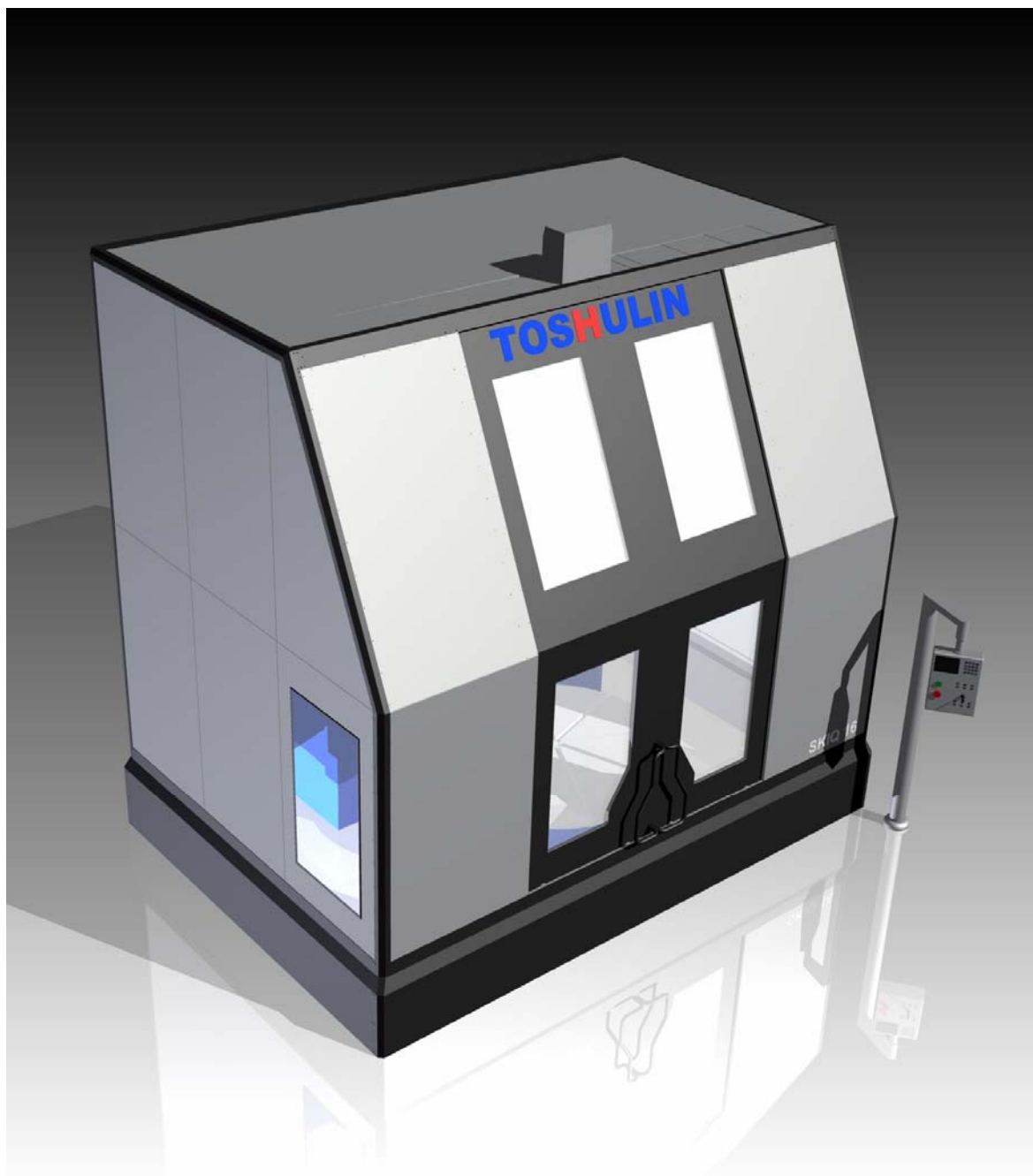


Obr. 7.16. Barevné provedení č. 3



Obr. 7.17. Barevné provedení č. 4

7.4. Finální vizualizace varianty 2



Obr. 7.18. Finální vizualizace varianty 2

8. Bezpečnostní předpisy

Každý se navrhovaných krytů musí splňovat řadu kritérií. Tato kritéria jsou uvedena v různých normách, jako například: ČSN EN 12417+A2, ČSN EN 12415, ČSN EN 123487 či směrnicích jako je směrnice 98/37/ES o strojních zařízeních. V těchto dokumentech jsou uvedeny ochranná opatření a požadavky pro jednotlivé druhy nebezpečí, jako jsou:

- Nebezpečí mechanické
- Nebezpečí elektrické
- Nebezpečí způsobená zářením
- Nebezpečí způsobená zanedbáním ergonomických principů
- Nebezpečí způsobená neočekávaným spuštěním
- Nebezpečí způsobená vymrštěním předmětu
- Nebezpečí způsobená možným převrácením stroje
- ...

Při používání těchto norem musí uživatel (konstruktér, výrobce, dodavatel) správně zhodnotit, zda je posouzení rizika správné. To nejen v případě činnosti stroje, ale i při jeho údržbě, seřízení nebo čištění. Ohrožena je obsluha, ale také osoby mající přístup do nebezpečného prostoru. V našem případě musí kryty především splňovat dostatečné zabezpečení proti:

8.1. Mechanická nebezpečí

U pracovních prostorů obráběcích center musí bezpečnostní ochrana (krytování) zabránit přístupu k nebezpečným částem či do nebezpečných prostor. Tam, kde je to možné, musí být pracovní prostor za chodu zakryt pevnými nebo pohyblivými ochrannými kryty. Pokud samotný kryt nelze správně vyřešit (například co se týče velikosti obrobku aj.) musí být krytování řešeno jinak, aby byla obsluha dostatečně chráněna. V tomto případě se uplatňuje užití obvodových ohrazení. Tam, kde je to konstrukčně proveditelné, musí být kryty připevněny ke stroji. Zda je nutný přístup obsluhy do pracovního prostoru stroje, například z důvodu seřízení, je nutné, aby vcházela do tohoto prostoru přes pohyblivý kryt, uvnitř krytu musí být zřetelně viditelné tlačítko centrálního vypnutí stroje. Pokud je obsluha v pracovním prostoru, musí být činnost stroje vyřazena a musí být

zabráněno neočekávanému spuštění stroje. V případě činnosti stroje musí být pohyblivý kryt blokován, tím se zamezí vstupu do pracovního prostoru za chodu stroje. Přístupu jiných osob než obsluhy musí být zabráněno také obvodovým ohrazením nebo jinými prostředky (elektronické snímače, tlaková čidla aj.) Obsluze musí být omezeno úmyslné i neúmyslné vyřazení ochranných krytů z činnosti. Tam, kde je možné zbytkové nebezpečí, musí být místo opatřeno výstražným nápisem možného rizika, protože jakákoli ochrana má za účel minimalizovat nebezpečí a ne jej úplně zcela vyloučit.

K vlastnostem ochranných krytů, které chrání před mechanickým nebezpečím, náleží vhodná výška a poloha. Ochranné kryty v případě obvodového hrzení musí být řádně připevněny k podlaze a konstrukci stroje. Jejich minimální výška musí být 1,4 m. Mezera mezi spodkem krytu a podlahou nesmí přesáhnout 300 mm. Musí být konstruovány tak, aby vymrštěné části, kapaliny i třísky byly zachyceny, ale musí zabráňovat hromadění třísek a kapalin na jejich struktuře. Tyto ochranné kryty musí být vyrobeny z ocelových plechů o minimální tloušťce 3 mm. Zda je potřebné pozorování při činnosti stroje, musí být zajištěno vhodnými prostředky (např. okna). Průhledné panely krytů (polykarbonát, tvrzené sklo) musí mít tloušťku 8 mm, v případě použití menší tloušťky by měl odolat nárazové energii 3000 J.

Norma se v případě mechanických nebezpečí zabývá také jednotlivými režimy činností a konstatuje náležitá opatření při nich. Také řešením potřebných pohybů stroje při uvolnění chycených osob. Ochrannými kryty pro zásobník nástrojů i výměníku nástrojů včetně maximálních rychlostí pohybů. Zařízení pro přemístění obrobku a jeho výklad a náklad. Sběr a odvádění třísek a kryty zařízení pro odvod třísek. Norma zahrnuje i správnou volbu zábradlí, jámy kolem strojního zařízení, pracovní plošiny aj.

8.2. Zkouška ochranných krytů nárazem

Je to zkouška ochranných krytů a materiálu ochranných krytů proti proniknutí a uvolnění. Ochranné kryty musí být konstruovány a vyrobeny tak, aby odolaly maximální nárazové energii vymrštěných částí. Tato metoda je založena na nástrojích vybavených frézovacími nástroji, kde se dosahuje největších obráběcích rychlostí, která je dána rovnicí:

$$v_c = B \cdot \pi \cdot n \quad [m \cdot s^{-1}] \quad (13)$$

kde B – maximální průměr nástroje, který může být upnut do zásobníku [m]
 n – maximální rychlost otáčení vřetena [s^{-1}]

Tato metoda může být použita pro obráběcí centra s vodorovnou i svislou osou vřetena. Větší nápor, než jsou odletující třísky kovu při obrábění, mohou způsobit odletující části při roztržení nástroje. Metoda potvrzuje správnou volbu umístění krytu a jeho materiál. Zkušební zařízení je vybaveno prostředkem, který uvádí projektil do pohybu na požadovanou rychlost, projektilem a opěrou pro zkoušený kus. Projektil, jehož tvar je uveden na obr 8.1., má předem definované vlastnosti, a to:

Pevnost v tahu $R_m=560-690 \text{ N}\cdot\text{mm}^2$; *Mez kluzu* $R_{0,2}=330 \text{ N}\cdot\text{mm}^2$; *Tažnost* $A=20\%$; *Hmotnost* $m=0,1 \text{ kg}$.



Obr. 8.1. Projektil

Jedním z hlavních kritérií při zkoušení je, aby měření rychlosti bylo v bodě, který je nejbližší k místu nárazu pomocí bezdotykových snímačů (fotoelektrických buněk nebo jiných podobných zařízení). Přichycení testovaného vzorku materiálu musí být stejné či co nejvíce podobné skutečnému přichycení krytu ke stroji. Zkoušené vzorky jsou přichyceny na tuhý rám, jehož otvor je 450 mm x 450 mm.

Další hodnoty zkoušky se vypočítají následovně:

$$\text{Teoretická energie nárazu: } J_c = \frac{m \cdot v_c^2}{2} [J] \quad (14)$$

$$\text{Měřená energie nárazu: } J_m = \frac{m \cdot v_m^2}{2} [J] \quad (15)$$

kde v_m – měřená rychlost nárazu [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

Projektil by měl pokud možno narážet na zkoušený vzorek kolmo. Mířený musí být na nejslabší a nejméně odolné místo. U průhledových materiálů na střed. Následně se zkoumá poškození a deformace v místě nárazu projektilu. V případě, když při zkoušce nedojde k prasknutí v celé tloušťce nebo k proniknutí projektilu, je zkouška brána jako „vyhovující“.

8.3. Další nebezpečí

HLUK: Konstrukce musí vzít v úvahu hluk každého zdroje (např. hluk převodu, zdroje energie, výměna nástroje, výměna obrobku, uzavírání či otevírání pohyblivých krytů aj.). Pokud po zakrytování jsou hranice dovoleného hluku, která působí na obsluhu a okolní personál, stále překročeny, přistupuje se k dalším antihlukovým opatřením, jako jsou protihlukové kryty, zástěny připevněné ke stroji, tlumiče aj. Faktory, které ovlivňují hladinu hluku, nejsou však závislé jen na měřeném zařízení. Hluk ovlivňuje také tvar a vlastnosti pracovní místnosti, kde je stroj umístěn a další zdroje hluku (jiné stroje, jiné sousední procesy, doba po kterou je obsluha hluku vystavena).

EMISE: Stroje musí být vyrobeny tak, aby bylo možné rychlé a spolehlivé odsátí nebezpečných emisí (např. olejové mlhy)

OSVĚTLENÍ: Osvětlení pracovního prostoru v místě osy vřetena musí být minimálně o intenzitě 500 lx.

ERGONOMIE: Tam kde jsou zařízení na seřízení, nakládání, vykládání, zvedání, musí být stroje konstruovány tak, aby měla obsluha dobrý přístup do pracovního prostoru nebo k potřebným ovládacím prvkům. Neměla by tyto činnosti vykonávat v nevhodných polohách.

9. Závěr

V diplomové práci jsem nejprve okrajově přiblížil tematiku soustružení. Principy a zařízení pro tento způsob obrábění s popisem. Tato část je v práci, aby přiblížila, co je ve své podstatě zařízení, pro něž je krytování řešeno, jeho principy a možnosti. Abych si vytvořil představu, které firmy krytování strojních zařízení vyrábí, v jakém rozsahu u svých krytů přihlížejí na designovou stránku, zvolil jsem několik strojů, u nichž mě provedené krytování zaujalo. Dále jsem u těchto vybraných typů řešil, zda je úplně vše řešeno správně. Stejný postup posuzování jsem provedl i u řešené varianty krytování svislého soustruhu SKIQ 16. Některé parametry, které bylo třeba změnit, jsem dostal v zadání práce, některé jsem si zvolil sám. Pro tyto podmínky vznikly tři návrhy, z nichž jsem vybral dva pro zpracování do finálních variant provedení. Obě varianty jsou něčím atypické. První použitím menších bočních krytů, které díky jejich velikosti mohou vytvářet různé tvary a mozaiky. Hlavně využitím roletových vrat s možností kompletního nakoupení od firem zabývajících se jejich sériovou výrobou. Lze je libovolně výškově nastavovat dle potřeb obsluhy. Roletová vrata s sebou nesou i jednu nevýhodu. Vrata musí zakrývat i smykadlo v jeho nejvyšší poloze. Tím jejich provedení muselo být pro samospouštění vrat takové, jaké je ztvárněno u první varianty. Spouštění shora dolů a vedení lamel vrat v postranních lištách vstupního otvoru. Celková konstrukce krytování je tím (vysoká), cca o 3 m vyšší než je varianta dvě. Proto bych se osobně přiklonil k variantě dvě, s posuvnými vraty. Je kompaktnější, důležité konstrukční prvky jsou rovněž sériově vyráběné jako u varianty první, vrata je možno otevírat manuálně obsluhou, ale také automatizovaně díky pneumatickému lineárnímu pohonu. Také celková designová stránka návrhu je mi u varianty dvě bližší. Osobně upřednostňuji ostřejší přechody mezi plochami. Lze zde také využít malé boční kryty jako u varianty jedna. Je to možné bez větších konstrukčních úprav. Ve shrnutí: jednoduchost provedení, design, celkové ztvárnění, velikost, provedení pohyblivých krytů. – To vše je mi bližší u varianty dvě, a proto volím právě tu.

10. Seznam použitých zdrojů:

- 1) KRATOCHVÍL, J.: *Obráběcí stroje*. Skripta. Praha: ČVUT, 1984.
- 2) MAREK, J.: *Konstrukce obráběcích strojů*. Kuřim, 2006. ISSN 1212-2572.
- 3) VIGNER, M., PŘIKRYL Z. aj.: *Obrábění: technický průvodce*. Praha, 1984.
- 4) ČSN EN 12478. *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů : Velké číslicově řízené soustruhy a soustružnická centra*. Praha : Český normalizační institut, 2001. 60 s.
- 5) ČSN EN 12415. *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů : Malé číslicově řízené soustruhy a soustružnická centra*. Praha : Český normalizační institut, 2001. 68 s.
- 6) ČSN EN 12417+A2. *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů : Obráběcí centra*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, 2009. 44 s.

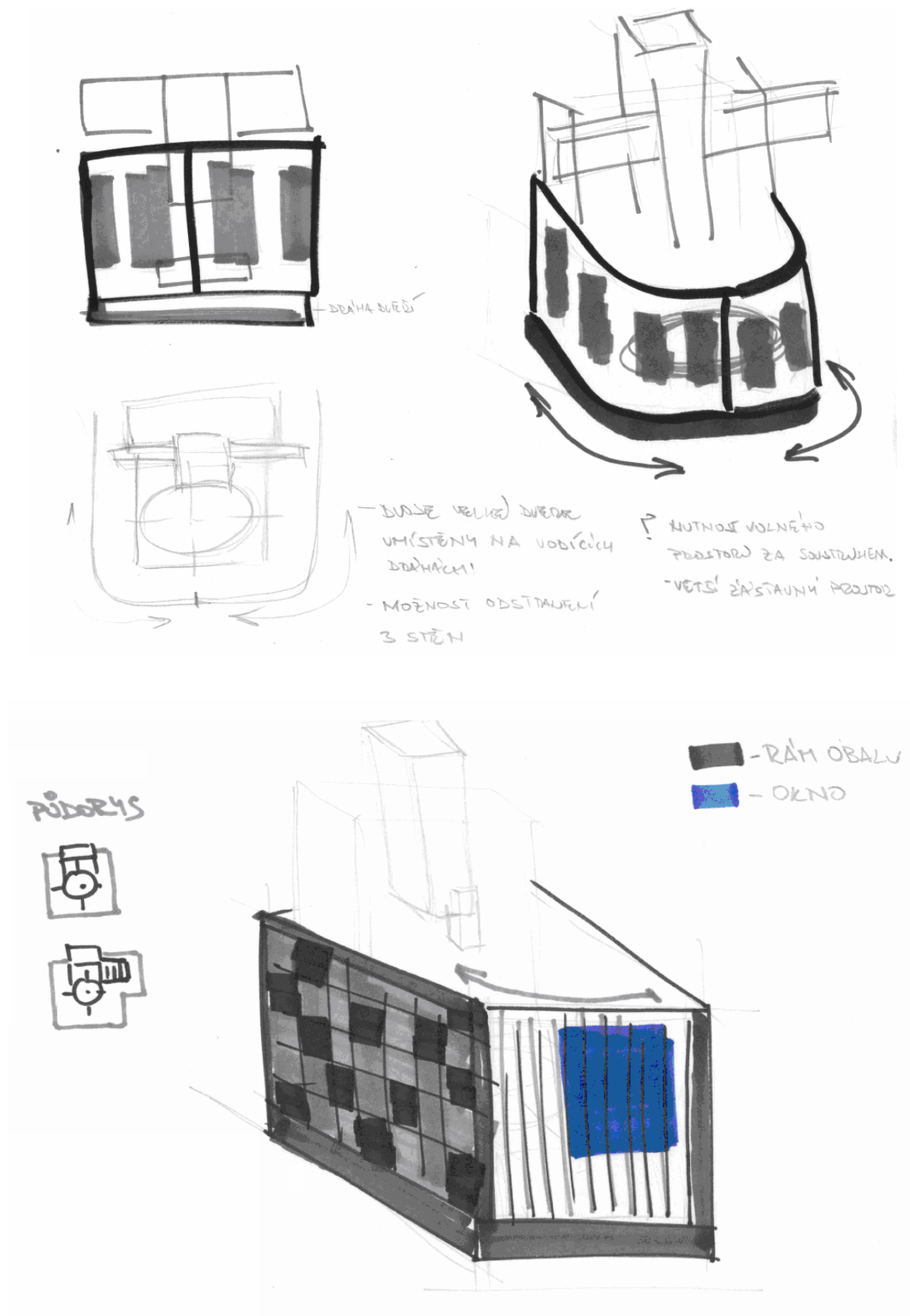
Internetové odkazy:

- 7) *Kovoobrábacie stroje, Tvárniacie stroje, Bartošík BS-Servis* [online]. Datum publikování 30.12.2009.
< URL <http://www.kovoobrabacie-stroje.wz.cz/> >
- 8) *Filák machinery* [online]. Datum publikování 30.12.2009.
< URL <http://www.filak.cz/> >
- 9) *Soudní znalec - Ing. Rostislav Novosád* [online]. Datum publikování 10.7.2009.
< URL <http://www.odhady-ceny.cz/> >
- 10) *Fermat* [online]. Datum publikování 30.12.2009.
< URL <http://www.fermatmachinery.com/cs/> >
- 11) *Sayia obráběcí centra* [online]. Datum publikování 11.8.2009.
< URL <http://www.sayia.cz/> >
- 12) *KBN s r.o. - Nářadí a nástroje* [online]. Datum publikování 25.8.2009.
< URL <http://www.kbn.cz/> >
- 13) *Technicbay* [online]. Datum publikování 30.12.2009.
< URL <http://www.technicbay.com/> >
- 14) *Dörries Scharmann Technologie GmbH* [online]. Datum publikování 30.12.2009.
< URL <http://www.ds-technologie.de/v3/startseite/index.php> >
- 15) *Haas Automation, Inc.* [online]. Datum publikování 30.12.2009.
< URL <http://www.haascnc.com/lang/> >
- 16) *TAJMAC-ZPS, a.s* [online]. Datum publikování 30.12.2009.
< URL <http://www.os.zps.cz/> >

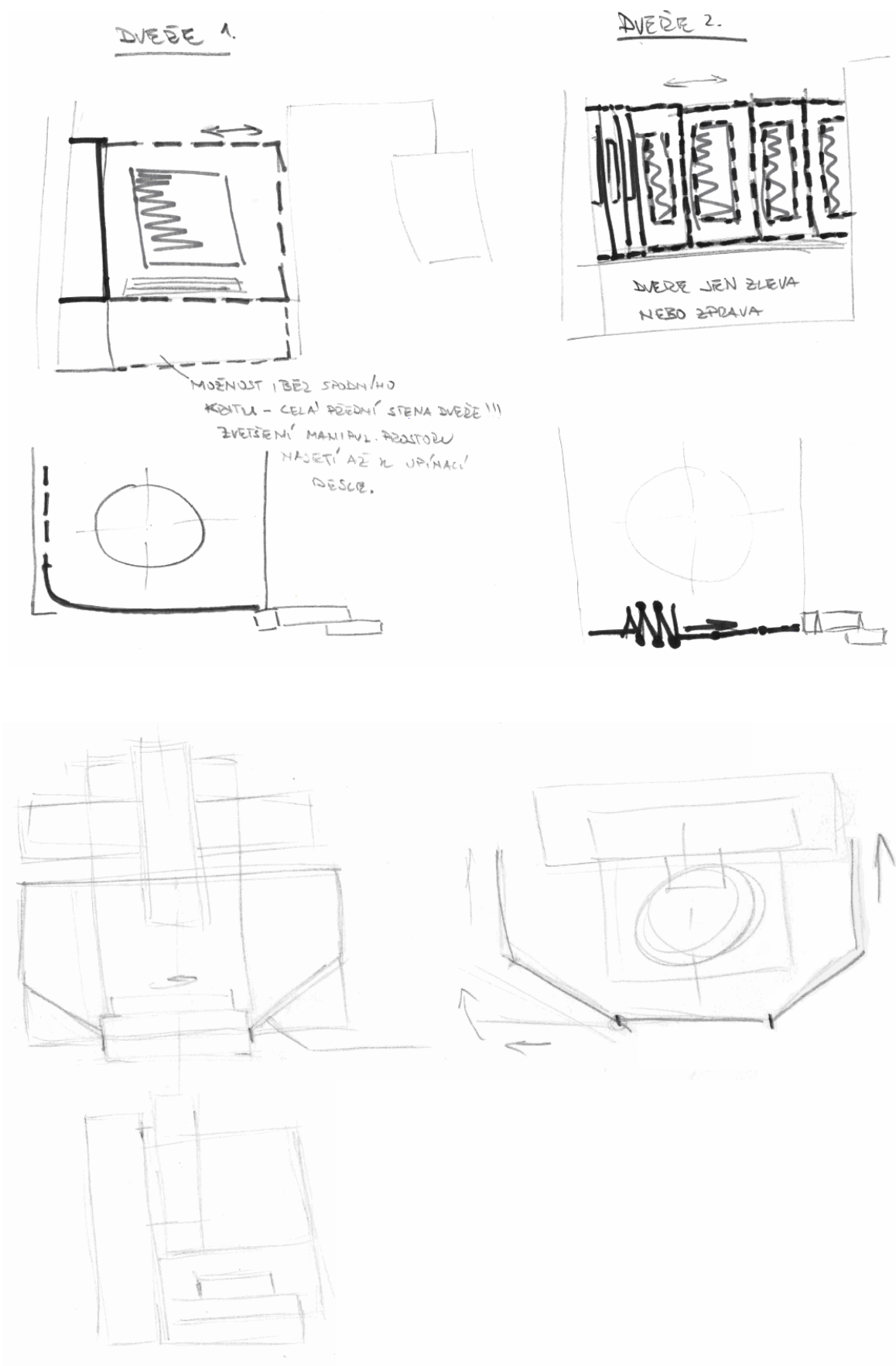
- 17) *TOSHULIN* [online]. Datum publikování 30.12.2009.
< URL <http://www.toshulin.cz/> >
- 18) *BUILDING PLASTICS* [online]. Datum publikování 05.04.2010.
< URL <http://www.buildingplastics.cz/> >
- 19) *MM PRŮMYSLOVÉ SPEKTRUM* [online]. Datum publikování 22.04.2010.
< URL <http://www.mmspektrum.com/clanek/pohony-a-odmerovani/> >
- 20) *TECH CON* [online]. Datum publikování 22.04.2010.
< URL <http://www.tech-con.cz/Produkty/Valce.aspx?IdSer=290&IdProd=4943/> >
- 21) *HESTEGO* [online]. Datum publikování 24.04.2010.
< URL <http://www.hestego.cz/> >
- 22) *KANYA* [online]. Datum publikování 25.04.2010.
< URL <http://www.kanya.cz/> >

11. Přílohy

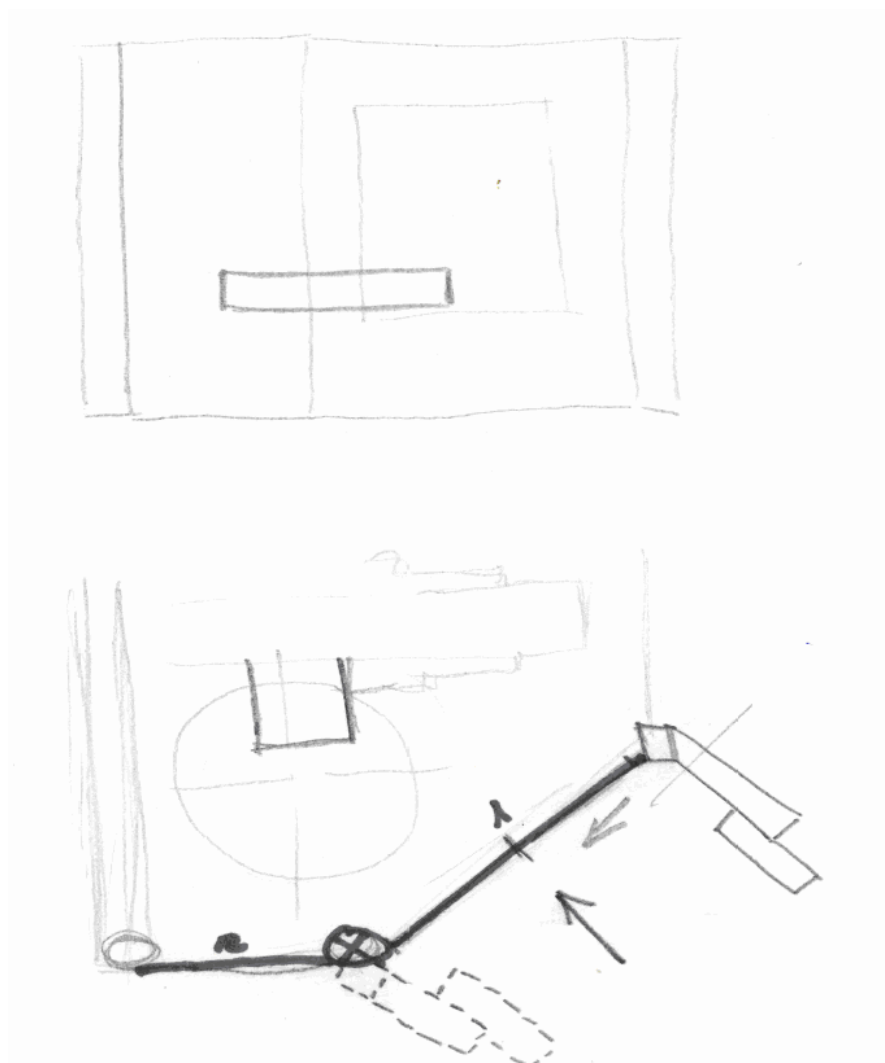
11.1. Prvotní návrhy krytování



11.2. Návrhy dveří a rozčlenění krytu



11.3. Varianta dveří z pravé strany



11.4. Tabulka volby pohonu vrat

typ motoru	() hFidele							
	() 102 x 3,6 mm	() 108 x 3,6 mm	() 133 x 4,0 mm	() 159 x 5,6 mm	() 194 x 5,6 mm	() 219 x 6,3 mm	() 244 x 6,3 mm	() 273 x 6,3 mm
SIK 15.12-30	197	188	156	134				
SI63 17.15-30	223	213	178	152				
SIK 23.12-30	302	288	240	205				
SI 25.15-30	328	313	261	223				
SI 40.15-40		500	418	357	299	267		
SI 55.15-40				491	411	368		
SI 75.10-55				670	561	501	453	410
SI 100.10-55					748	669	604	546
SI 140.07-55					1048	936	846	765